CATIA V5 r21 运动分析教程

盛选禹　李明志　包支　主编







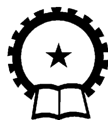
机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

CATIA V5 r21 运动分析教程

盛选禹　李明志　包　支　主编



机 械 工 业 出 版 社

本书详细介绍了CATIA软件中与运动结构有关的功能，内容以运动机构设计为主，并同时兼顾到CATIA草图工作台、零件设计工作台、装配工作台的相关功能。通过25个设计例题，详细说明了运动结构设计和分析。通过本书中的这些例题，读者可以熟练地掌握零件设计、装配设计和运动结构设计的知识。

本书虽然命名为运动结构设计，但对涉及到的相关工作台图标功能也都作了详细介绍，因此对于初学者掌握CATIA软件设计也非常有帮助。读者如果只关心如何进行零件设计，而实际设计工作中涉及的运动结构比较少，可以只阅读每章的零件设计部分。

本书深入浅出，每一步骤都做了详细说明并且有示意图，方便读者阅读。书中采用的实例也都非常典型，读者按实例进行练习，就可以快速掌握CATIA建模的方法。通过学习，读者可以体会CATIA的强大功能。

本书适合机械设计人员作为工作设计软件使用。推荐机械类专业的本科生和专科生学习此软件，并在进行课程设计时采用此软件。

图书在版编目(CIP)数据

CATIA V5 r21运动分析教程/盛选禹，李明志，包支主编. —北京：机械工业出版社，2014.10
ISBN 978-7-111-48722-7

Ⅰ.①C… Ⅱ.①盛…②李…③包… Ⅲ.①机械设计—计算机辅助设计—应用软件—高等学校—教材
Ⅳ.①TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第280008号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑：曲彩云 责任编辑：曲彩云
责任校对：黄兴伟 封面设计：路恩中
北京铭成印刷有限公司印刷

2015年5月第1版第一次印刷

184mm×260mm · 8.25印张 · 200千字
0001—3000册

标准书号：ISBN 978-7-111-48722-7
定价： 29.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务	网络服务
服务咨询热线：010-88361066	机工官网：www.cmpbook.com
读者购书热线：010-68326294	机工官博：weibo.com/cmp1952
010-88379203	金书网：www.golden-book.com
策 划 编 辑：010-88379782	教育服务网：www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

前　　言

CATIA 软件是法国达索飞机制造公司首先开发的。它具有强大的设计、分析、模拟加工制造、设备管理等功能。其多达 60 多个的设计工作台足以说明软件功能的强大。

本书是作者在出版系列 CATIA 软件功能介绍后，专门针对某一项功能编写的实例教程。在讲解实例的过程中，也注意了将某些快捷功能插入进来讲解。比如在装配设计工作台对零件进行重新设计，比如在装配图中直接导入或者插入新的零件。在同类图书中很少涉及这些快捷功能。

本书是基于 CATIA V5 r21 写成的。在阅读本书使用软件时，需要反复练习，才能熟练运用本书所讲解的一些功能，读者可以根据本书的步骤，做一些自己学习和工作中遇到的模型，也可以用机械设计的标准件来做练习实例。

本书适合做机械设计的专业人员和机械相关专业的学生使用；本书也同样适合想学习 CATIA 软件的其他读者。本书前二十章都是讲解某一项较的设计方法。本书编写过程中考虑到初学者可能对 CATIA 机械零件设计的功能还不是很熟悉，因此对于各章涉及零件的模型建立方法都做了详细介绍。对于已经熟悉 CATIA 基本设计功能的读者，可以略去这部分内容，直接阅读各章最后一节的内容。对于只想了解 CATIA 机械零件设计的读者，可以仔细阅读每章前面各节的内容，把本书作为机械设计的详细教程未尝不可。

感谢我的家人，他们给了我很大的支持，使我能抽出时间完成此书。感谢我的单位领导对我的工作的支持，特别是反应堆结构室的领导和各位同仁，他们的鼓励和帮助使我坚持下来完成此书，使我受益匪浅。

本书由盛选禹、李明志、包支主编。

参加本书编写工作的还有侯显峰、项峰、曲道静、张宏志、宗纪鸿、孟庆元、付瑜、曹京文、谢宇、关静、陈永彭、于伟千、盛硕、曹睿馨、唐守琴、刘向芳、刘声。

由于时间比较仓促、认识水平有限等，书中难免有错误出现，请读者在阅读中发现错误时通知编者，将不胜感激，也希望就 CATIA 软件的问题和广大读者继续探讨。编者联系电子邮件：xuanyu@ tsinghua. edu. cn。

编　者

目　　录

前言
第1章　滑动 …… 1
1.1　设计滑块 …… 1
1.2　固定架零件 …… 2
1.3　设置滑动 …… 3
第2章　螺纹传动 …… 6
2.1　设计螺栓模型 …… 6
2.2　M12 螺母 …… 8
2.3　螺纹装配 …… 9
2.4　螺纹传动模拟 …… 9
第3章　旋转铰 …… 11
3.1　轴 …… 11
3.2　轴套 …… 12
3.3　设置旋转铰 …… 14
第4章　圆柱铰 …… 16
4.1　内套 …… 16
4.2　外套 …… 16
4.3　设置圆柱铰 …… 18
第5章　平面滑动 …… 19
5.1　设计台面 …… 19
5.2　圆柱滑块 …… 20
5.3　装配零件 …… 20
5.4　设置平面铰 …… 21
第6章　缆绳铰 …… 22
6.1　滑动架 …… 22
6.2　设计滑块零件 …… 23
6.3　设置缆绳铰 …… 24
第7章　球铰 …… 26
7.1　设计球形零件 …… 26
7.2　固定球架零件 …… 27
7.3　设置球铰 …… 28
第8章　刚性连接 …… 29
8.1　桌面 …… 29
8.2　桌腿 …… 30

8.3　设置刚性连接 …… 31
第9章　万向节铰 …… 33
9.1　第一个轴 …… 33
9.2　第二个轴 …… 34
9.3　装配万向节 …… 35
9.4　设置万向节铰 …… 35
第10章　齿轮传动 …… 37
10.1　齿轮设计 …… 37
10.2　齿轮轴 …… 38
10.3　设置齿轮铰 …… 39
第11章　齿轮、齿条传动 …… 41
11.1　齿条 …… 41
11.2　齿轮 …… 42
11.3　固定支架 …… 42
11.4　设置齿轮、齿条铰 …… 44
第12章　双万向节 …… 46
12.1　主动轴 …… 46
12.2　装配零件 …… 47
12.3　设置双万向节铰 …… 48
第13章　坐标系定义铰 …… 50
13.1　主动轴 …… 50
13.2　装配零件 …… 51
13.3　设计坐标定义铰 …… 52
第14章　点——线铰 …… 53
14.1　生成曲线 …… 53
14.2　椭球体零件 …… 53
14.3　装配零件 …… 54
第15章　滑动曲线铰 …… 56
15.1　折线 …… 56
15.2　旋转球 …… 56
15.3　长方体台面 …… 57
15.4　装配零件 …… 58
15. 5　设计滑动曲线铰 …… 58
第16章　滚动曲线铰 …… 61
16.1　轴承滚子 …… 61
16.2　内环 …… 62
16.3　外环 …… 63
16.4　装配零件 …… 64
16.5　设计滚动曲线铰 …… 64

第 17 章　点曲面铰 …… 66

17.1　生成曲面 …… 66

17.2　笔零件 …… 68

17.3　装配零件 …… 69

17.4　设计点曲面铰 …… 69

第 18 章　生成轨迹曲线 …… 71

第 19 章　生成关系曲线 …… 75

第 20 章　速度和加速度测量 …… 80

第 21 章　椭圆规实例 …… 83

21.1　曲柄 …… 83

21.2　固定轴架 …… 84

21.3　椭圆尺 …… 85

21.4　滑块 …… 86

21.5　设置铰 …… 87

21.6　设置公式 …… 89

21.7　生成轨迹曲线 …… 90

21.8　速度和加速度测量 …… 91

第 22 章　钟摆 …… 95

22.1　单位设置 …… 95

22.2　创建天花板零件 …… 96

22.3　创建钟摆物体 …… 97

22.4　钟摆动力学模拟 …… 99

第 23 章　电扇 …… 103

23.1　单位设置 …… 103

23.2　创建基座 …… 103

23.3　创建电动机 …… 104

23.4　创建铰和驱动函数 …… 105

23.5　创建叶片零件 …… 106

23.6　求解和后处理 …… 110

23.7　定义三点力 …… 111

23.8　创建增强的可视化图 …… 113

第 24 章　球与拉伸面的接触 …… 114

24.1　单位设置 …… 114

24.2　创建长方体 …… 114

24.3　定义接触单元 …… 117

第 25 章　状态方程的钢丝绳吊装模拟 …… 121

第 1 章　滑　　动

本章定义最简单的铰——滑动铰，即一个零件在另一个零件的表面滑动。本章做了两个零件：一个是固定的零件，另一个是可以滑动的零件。在固定零件上开一个燕尾槽结构，滑动零件在燕尾槽内滑动，模拟的运动关系与机床滑板在导轨上的运动相同。

1.1　设计滑块

本节设置的滑块是一个运动件，后面步骤中这个零件在固定件上滑动。

（1）进入零件设计工作台

在桌面上双击 CATIA 的图标进入 CATIA 软件，或者从【开始】菜单选择 CATIA，运行该软件。进入 CATIA 软件的界面后，单击【开始】→【机械设计】→【零件设计】，进入【零件设计】工作台。

（2）绘制多边形草图

单击选中左边模型树中【xy 平面】，在【草图编辑器】工具栏中单击草图图标，进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的轮廓图标，绘制一个折线形状，下面的水墙边与 H 轴重合，折线的起点在原点，终点在 V 轴上，如图 1-1 所示。

单击【操作】工具栏内的镜像图标，然后在图邢中选中 V 轴，形成折线关于 V 轴的对称线。

单击【工作台】工具栏中的退出工作台图标，重新进入【零件设计】工作台。

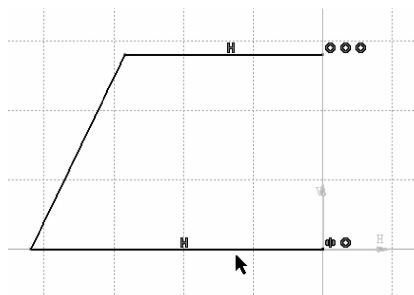


图 1-1　一条折线

（3）拉伸生成实体

单击【基于草图的特征】工具栏中的凸台图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区内，在【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 100mm（原来默认的设置是 20mm）。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成滑块零件。

（4）修改零件名称

在左边的模型树单击选中零件名称【Part1】。单击鼠标右键，出现右键快捷菜单选项。选择下拉菜单中的【属性】选项，选择后出现【属性】对话框。单击对话框内的【产品】选项卡，在【零部件号】栏内填上零件的名称【滑块】。单击【属性】对话框内的【确定】按钮，完成零件名称设置。左边模型树上零件的名称更改为“滑块”。

单击【标准】工具栏中的保存文件图标将该零件保存。

1.2 固定架零件

本节在装配工作台内设计零件，这样相对快捷一些，因为固定架零件的燕尾槽形状就是滑块零件的端面形状，可以利用这个形状进行设计。零件设计完成直接保持在装配图中。将来实际设计工作更多地是沿着这个思路进行。因为在一个机器中的零件，必然相互之间有装配关系，形状之间可以相互借用。有些做法是把每个零件设计好，再到装配工作台进行装配，这样的过程在书中讲解很方便，但并不实用。本书均按照实际设计思路，先设计完成一个零件，然后其他零件基本都在装配工作台完成，请读者仔细体会这样的设计方法。

（1）进入装配设计工作台

单击 CATIA 界面上面的【开始】→【机械设计】→【装配设计】，进入【装配设计】工作台。

（2）导入【滑块】零件

单击主菜单中的【窗口】，在出现的下拉菜单中选择【水平平铺】。在图形区装配零件和 1.1 节设计的滑块水平平铺，同时显示出来。在滑块零件的模型树上，选中零件名称“滑块”，用鼠标拖动到装配图的模型树，放在零件名称“product. 1”上。用这种方式，可以直接将零件导入到装配图中。

（3）插入新零件

将滑块零件关闭。单击主菜单中的【插入】按钮，在出现的下拉菜单中选择【新建零部件】，然后在左边的模型树中单击零件名称“product. 1”，这样会在装配图内插入一个新零件。单击零件名称【product. 1】后，出现一个对话框【新部件:原点】，提示用户如何定义新零件的原点。单击对话框内的【是】按钮，定义新零件的原点与组件的原点重合。在装配零件的模型树上出现一个新零件【Part1. 1】。

（4）设置新零件草图

将左边模型树中 Part1 零件的元素展开，双击该零件的名称 Part1，这样可以直接由装配设计工作台转到零件设计工作台。选中左边模型树中【xy 平面】。在【草图编辑器】工具栏中单击草图图标，进入【草图设计】工作台。

单击【操作】工具栏内的投影 3D 元素图标，然后选择滑块的端面，将滑块的端面投影为一个梯形草图。

单击【轮廓】工具栏内的轮廓图标，绘制一个折线形状，下面的水平边低于 H 轴，上面的边与投影的梯形上面重合，折线的起点在 V 轴上，如图 1-2 所示。

单击【操作】工具栏内的镜像图标，然后在图形中选中 V 轴，形成折线关于 V 轴的对称线。

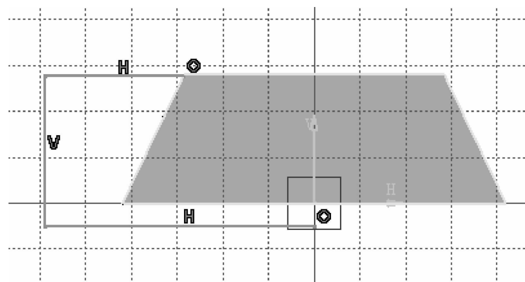


图 1-2 一个折线形状

在图形区选中刚才投影形成的梯形，单击鼠标右键，出现下拉菜单，在菜单中选择【标记.1 对象】选项，出现2级菜单，在新出现的菜单中选择【隔离】选项，出现警告消息框，单击消息框中的【确定】按钮。通过这样的操作，可以将投影的梯形与原来的滑块零件之间的连接断开。

按住 <Ctrl> 键，选中梯形上表面的两条水平线，如图 1-3 所示。用 <Delete> 键删除两条水平线。

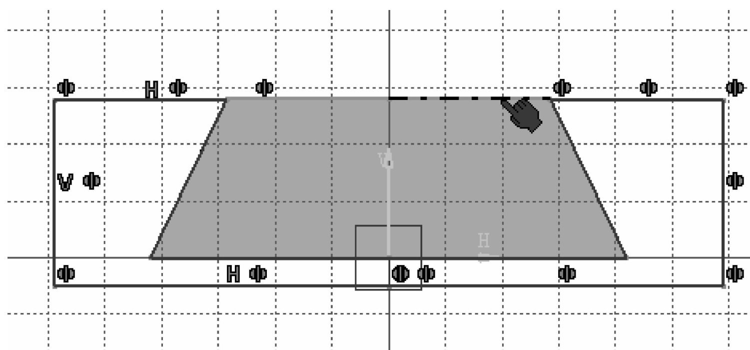


图 1-3　选中梯形上表面的两条水平线

单击【工作台】工具栏中的退出工作台图标，重新进入【零件设计】工作台。

（5）拉伸生成第二个零件实体

单击【基于草图的特征】工具栏中的凸台图标，出现【定义凸台】对话框。在【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 100mm，原来默认的设置是 20。单击【预览】按钮，预览立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成支架零件。

在左边的模型树中单击选择 Part. 1 下面的【零部件几何体】。单击图形属性栏内的颜色栏，出现下拉的颜色菜单栏。在颜色菜单中选择一种新的颜色，更改支架零件的颜色。

1.3　设置滑动

在本节设置滑动铰。设置滑块零件在固定架零件上滑动，将固定架零件设置为固定不动，最后模拟定义的滑动铰。

（1）进入模型运动模拟工作台

单击 CATIA 界面的【开始】→【数字化装配】→【DMU 运动机构】，进入【模型运动模拟】工作台。

（2）移动滑块零件

将光标移动到罗盘的原点，按下鼠标左键移动罗盘，将罗盘放在滑块零件上。

光标放在罗盘的 W 轴上，移动鼠标将滑块零件向上移动，使滑块与支架离开一定距离。

（3）定义棱镜铰

单击【DMU 运动机构】工具栏内的棱形接合图标，要单击这个图标，需要先单击旋转接合图标右下方的箭头，单击后出现所有铰定义图标，如图 1-4 所示。单击棱形接

合图标后，出现【创建接合:棱形】对话框，如图 1-5 所示。单击对话框内的【新机械装置】按钮，出现【创建机械装置】对话框，如图 1-6 所示。按照对话框内的默认机构名称【机械装置.1】，单击对话框内的确定按钮，生成新的运动机构，同时【创建机械装置】对话框关闭，回到【创建接合:棱形】对话框。



图 1-4　所有铰定义图标



图 1-5　【创建接合:棱形】对话框

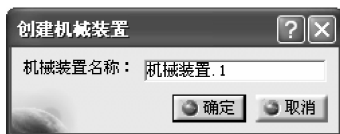


图 1-6　【创建机械装置】对话框

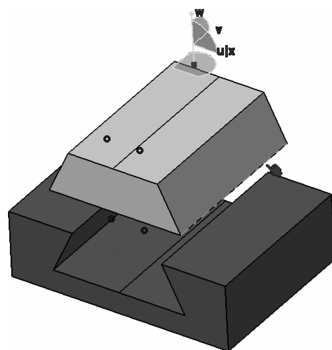


图 1-7　选择滑块零件下表面的一个棱边

在滑块零件中选择下表面的一个棱边，如图 1-7 所示。在支架零件中选择一条对应的棱边，如图 1-8 所示。在滑块零件中选择下表面，如图 1-9 所示。在支架零件中选择对应表面，如图 1-10 所示。在【创建接合:棱形】对话框内选中【驱动长度】。单击对话框内的【确定】按钮，生成棱镜铰，零件按铰接配合在一起，同时在左边的模型树中出现机构名称和铰的名称。

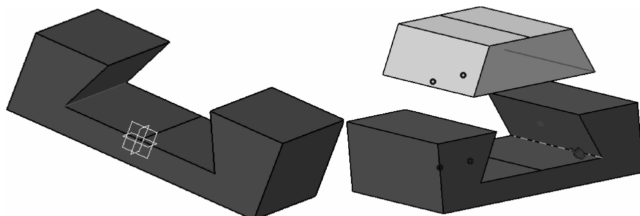


图 1-8　选择支架零件中对应的一条棱边

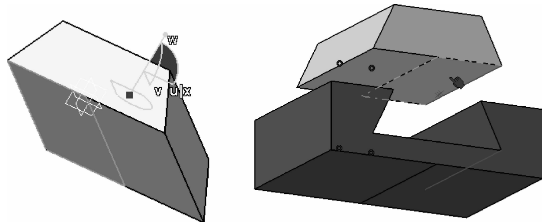


图 1-9　选择滑块零件中的下表面

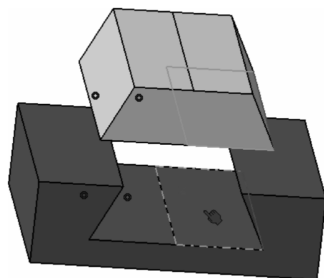


图 1-10　选择支架零件中对应表面

（4）定义固定零件

单击【DMU 运动机构】工具栏内的固定零件图标，单击后出现【新固定零件】对话框，如图 1-11 所示。在图形区单击选择支架零件。选择后出现一个消息框，提示现在设置的机构可以被模拟。单击消息框内的【确定】按钮，关闭消息框。

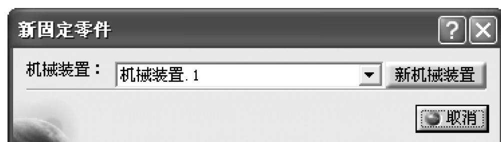


图 1-11　【新固定零件】对话框

（5）模拟铰的运动

单击【DMU 运动机构】工具栏内的使用命令进行模拟图标，出现【运动模拟 - 机械装置.1】对话框，如图 1-12 所示。在对话框内拖动滑标，如图 1-13 所示，改变距离范围。单击对话框内的【向前】按钮，滑块在支架上开始运动。

单击运动模拟对话框内的【重置】按钮，使滑块复位到原点。单击运动模拟对话框内的【关闭】按钮将对话框关闭。

单击【标准】工具栏中的保存文件图标，将该装配部件保存。

总结：

本章学习的是最简单的铰——滑动铰，一个零件在一个固定件上做直线运动。除滑动铰的设置是大家第一次接触相对比较难，需要一个熟悉过程外，本章第二节讲述的在装配图中进行零件的设计，也有新内容，但这种设计方法是非常实用的，请读者自己体会。



图 1-12　【运动模拟】对话框



图 1-13　对话框内拖动滑标改变距离范围

第 2 章　螺 纹 传 动

本章讲述的是螺纹铰的设置。所谓螺纹铰，一般是一个运动零件在另一个固定零件上做旋转运动和平动，运动是两种运动的复合，拧螺纹的运动就是最典型的这样的运动，故将这种运动命名为螺纹传动。

2.1　设计螺栓模型

本节生成一个螺栓，它将作为螺纹铰中的固定件使用。

（1）在草图工作台做六边形草图

在桌面上双击 CATIA 的图标进入 CATIA 软件，或者从开始菜单选择 CATIA，运行该软件。进入软件的界面单击主菜单中的【开始(S)】→【机械设计】→【零件设计】。

选择【零件】后，出现 CATIA 机械零件设计界面。在界面左边有模型树。

用鼠标左键单击选中【xy 平面】。

在【草图编辑器】工具栏中单击草图图标，进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内矩形图标的下拉箭头，出现多边形的其他图标，如图 2-1 所示。然后单击选中右边的六边形图标，绘制六边形。

单击原点后移动鼠标，移动一定距离后，形成六边形形状。再单击做出六边形。



图 2-1　展开的多边形图标

在【约束】工具栏中单击约束图标，先单击选中六边形的一条垂直线，垂直线橘黄色显示，然后移动鼠标，出现尺寸线，再单击另外一条垂直线，标注出两条垂直线的距离。双击尺寸线，出现【约束定义】对话框，在对话框内填入规定值 18，单击【确定】按钮。

（2）拉伸生成六面棱柱

在六边形草图设计完成后，进入零件实体设计模式，进行立体模型的建造。单击【工作台】工具栏中的退出工作台图标，进入【零件设计】工作台。

单击【基于草图的特征】工具栏中凸台图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区内，在【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 5.3mm(原来默认的设置是 20mm)，然后单击【确定】按钮。可以先单击【预览】按钮，看一下立体图效果。

（3）在草图模式绘制圆

选中棱柱的一个底面，然后在【草图编辑器】工具栏中单击草图图标，进入【草图编

辑器】工作台。

在【草图编辑器】工作台内，单击【轮廓】工具栏内的圆图标绘制圆。选中坐标原点，移动鼠标再单击左键，绘制出一个圆。在【约束】工具栏中单击约束图标，然后单击圆标注出圆的直径尺寸。

上面所绘制的圆是任意绘制出的。在绘制出之后要调整尺寸达到规定值。双击刚才标注的尺寸线，出现【约束定义】对话框，在直径 Diameter 栏内填上 12mm 就可以了。

单击【工作台】工具栏中的退出工作台图标，进入【零件设计】工作台。

（4）拉伸生成圆柱

单击【基于草图的特征】工具栏中凸台图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区内，在【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上圆柱的厚度 20mm，然后单击【确定】按钮。

（5）定义螺纹

单击【修饰特征】工具栏内的内螺纹/外螺纹图标，出现【定义内螺纹/外螺纹】对话框。单击【侧面】选项，然后单击圆柱的侧面；单击【限制面】选项，然后单击圆柱的底面；单击【类型】下拉列表框，选择【公制粗牙螺纹】；单击【外螺纹描述】选项，选择 M12 螺纹；在【外螺纹深度】选项填入 16，单击【确定】按钮，完成设置螺纹后的螺栓。

（6）在草图模式绘制三角形

在左边的模型树中选中【yz 平面】。

在【草图编辑器】工具栏中单击草图图标，进入【草图编辑器】工作台。

在【轮廓】工具栏中单击轮廓图标，绘制一个三角形，三角形的一条边与 H 轴重合。在【约束】工具栏中单击约束图标，然后单击三角形水平线的左端点，移动鼠标再单击原点，标注出二者的距离。然后双击尺寸线，出现【约束定义】对话框，把尺寸修改为 8.5mm，再单击约束图标，标注并修改水平线与斜线的夹角为 30°，如图 2-2 所示。

单击【工作台】工具栏中的退出工作台图标，重新进入【零件设计】工作台。

（7）切出六棱柱的圆导角

单击【基于草图特征】工具栏中的旋转槽图标，出现【定义旋转槽】对话框。先在对话框内选中【轴线选择】，然后在图上选中中间轴，注意当光标移动到圆柱侧面附近时，圆柱的中间轴会自动出现，此时单击鼠标左键，最后单击【确定】按钮。更改导角的颜色，最后完成圆导角。

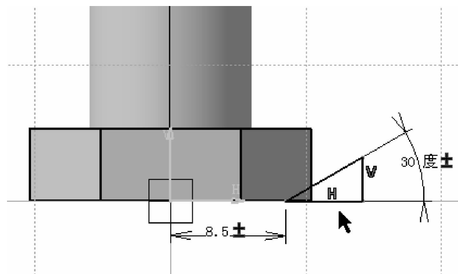


图 2-2　完成尺寸标注后的三角形

（8）设置圆柱和棱柱接触面的圆导角

单击选中圆柱底面的外圆。在【修饰特征】工具栏内单击导圆角图标，出现【导圆角定义】导圆角对话框。在【半径】栏内填上 0.4mm，单击【确定】。更改导角的颜色，最后形成导角。保存这个螺栓文件。

（9）更改实体的名字

在左边的模型树上单击选中 Part1 零件。然后单击鼠标右键，出现特性选择的下拉菜单。选中【特性】选项，出现【特性】对话框。单击【产品】选项，在【零部件】选项填上螺栓，单击【确定】按钮。

2.2 M12 螺母

本节生成一个螺母零件，它将作为运动件。与其他零件设计所不同的是，本节的零件是在 2.1 节生成的螺栓零件基础上，通过删除、修补等各种辅助性手段，完成新零件的设计。即利用已有的旧零件，通过修改一些参数，删除一些元素，完成一个新零件的设计。

（1）修改删除螺栓

本节的螺母与第 1 节的螺栓配合，因此在第 1 节所做螺栓的基础上进行修改就可以了。在左边的模型树中，分别选中【凸台.2】【草图.2】【螺纹.1】【倒圆角.1】（注意在选中时要同时按住 <Ctrl> 键）。同时在实体单元上也显示被选中的元素。

单击 <Delete> 删除键，或者在界面上单击【标准】工具栏内的剪切图标，会出现【删除】对话框，提示要删除的内容。注意对话框内的【删除所有子代】不能选中，否则【旋转槽.1】也会被删除，因为【旋转槽.1】是采用圆柱的中心线进行旋转的。

这时的圆导角是没有旋转轴的，因为带螺纹部分的圆柱已经被删除，因此要对导角进行修改。双击【旋转槽.1】，出现 Feature Definition Error 特征定义错误消息框，提示必须指定一个面或者表面作为其中的一个限制，单击【确定】按钮，出现第 2 个 Feature Definition Error 特征定义错误消息框，提示必须指定一个旋转轴。单击【确定】按钮，出现 Groove Definition 凹槽定义对话框，要求对 Groove.1 进行重新定义，同时要修改的三维结构以红色显示。

单击【定义旋转槽】对话框内的【轴线选择】选项，然后在三维结构图上选择 V 轴，单击【确定】按钮。

（2）添加参考平面

在左边的模型树中选中【xy 平面】。

单击【参考元素】工具栏内的平面图标，出现【平面定义】对话框，在【平面类型】选项选择【偏移平面】，在【偏移】距离选项填上距离 2.65mm，此时在图上用绿色显示出要形成的参考平面，单击【确定】按钮。

（3）对称形成另外一个圆导角

选中左边模型树中的【旋转槽.1】。单击【变换特征】工具栏内的镜像图标，出现【定义镜像】对话框。在左边的模型树中选中 Plane.1 参考平面。单击【确定】按钮，做出另外一个圆导角，改变导角的颜色。

（4）开螺纹通孔

选中棱柱的一个底面，如图 2-3 所示。

单击【基于草图的特征】工具栏内的孔图标，出现 Hole Definition 开孔定义对话框。单击 Thread Definition 螺纹定义选项，在 Type 类型选项内选择 Metric Thick Pitch 粗牙螺纹，在 Thread Diameter 螺纹直径选项选 M12，在 Thread Depth 螺纹深度选项填 5. 3mm，单击 OK【确定】按钮。

设置的螺纹孔的中心线并不在螺母的中心上，应该进行修改。在左边的模型树上双击螺纹孔的草图，即【孔 . 1】下面的【草图 . 5】，双击后进入草图设计模式。标注并修改螺纹孔中心线到两个平面的距离为 0。单击【工作台】工具栏中的退出工作台图标，进入【零件设计】工作台。最后形成的螺母如图 2-4 所示。

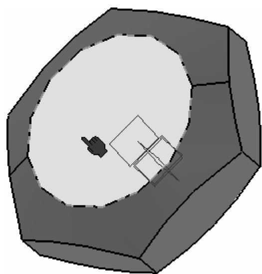


图 2-3 选中的棱柱底面

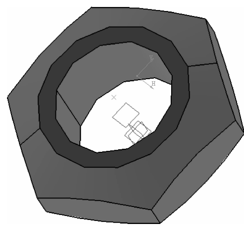


图 2-4 最后完成的螺母

（5）更改实体的名字

在左边的模型树上选中【零件几何体】，然后单击鼠标右键，出现特性选择的下拉菜单，选中【属性】选项，出现【属性】对话框。单击【产品】选项，在【零部件】选项填【螺母】，单击【确定】按钮。保存这个文件。

2. 3 螺纹装配

本节在装配工作台内，将两个零件导入到装配图中。与其他装配工作不同的是，原来的装配都需要定义接触或者同心，而本节没有进行这些工作，这是因为在后面 2. 4 节定义螺纹铰时，会自动生成这些约束。这是与其他装配不同的地方，请读者体会。

（1）进入装配设计工作台

操作参见 1. 2(1)。

（2）零件导入装配图

单击主菜单中的【窗口】，在出现的下拉菜单中选择【水平平铺】。选择后，装配零件和 2. 1 节、2. 2 节设计的【螺栓】【螺母】在图形区水平平铺，同时显示出来。在【螺栓】零件的模型树上，选中零件螺栓，用鼠标拖到装配图的模型树，放在零件名称【product. 1】上。用这种方式，可以直接将零件导入到装配图中。同样将【螺母】零件导入装配图中。

2. 4 螺纹传动模拟

本节定义螺纹传动，并且将螺栓定义为固定件，最后模拟定义的螺纹传动。

（1）进入模型运动模拟工作台

单击 CATIA 界面上面的【开始(S)】→【数字化装配】→【DMU 运动机构】，进入【模型运动模拟】工作台。

（2）用罗盘移动零件

将光标移动到罗盘的原点，按下鼠标左键移动罗盘，将罗盘放在螺母零件上。光标放在罗盘的 W 轴上，移动鼠标将螺母零件向上移动，使螺母与螺栓离开一定距离。

（3）定义螺钉接合

单击【DMU 运动机构】工具栏内的螺钉接合图标，要单击这个图标，需要先单击旋转接合图标右下方的箭头，单击后出现所有铰定义图标。单击螺钉接合图标后，出现【创建接合:螺钉】对话框，如图 2-5 所示。单击对话框内的【新机械装置】按钮，出现【创建机械装置】对话框。按照对话框内的默认机构名称【机械装置.1】，单击对话框内的确定按钮，生成新的运动机构。同时【创建机械装置】对话框关闭，回到【创建接合:螺钉】对话框。

在螺母零件中选择螺纹孔的中心线；在螺栓零件中选择螺栓的中心线。在【创建接合:螺钉】对话框内选中【驱动角度】，在【螺距】栏内填螺距值 1.75。单击对话框内的【确定】按钮生成棱镜铰。零件按螺纹铰接配合在一起，同时在左边的模型树中出现机构名称和铰的名称。



图 2-5 【创建接合:螺钉】对话框

（4）定义固定零件

单击【DMU 运动机构】工具栏内的固定零件图标，出现【新固定零件】对话框。在图形区选择螺栓零件，出现一个消息框，提示现在设置的机构可以被模拟。单击消息框内的【确定】按钮，关闭消息框。

（5）模拟运动分析

单击【DMU 运动机构】工具栏内的使用命令进行模拟图标，出现【运动模拟 - 机械装置.1】对话框。在对话框内拖动滑块，改变角度范围。单击对话框内的【向前】按钮，螺母在螺栓上开始转动。

单击运动模拟对话框内的【重置】按钮，使滑块复位到原点。单击运动模拟对话框内的【关闭】按钮，将对话框关闭。

单击【标准】工具栏中的保存文件图标，将该装配部件保存。

总结：

本章定义的是螺纹传动，涉及螺栓和螺母两个零件。其中螺母模型是在螺栓零件的基础上修改出来的。螺栓上外螺纹的定义、修改零件成为另外一个零件、螺纹铰的定义是本章的新内容。

第 3 章　旋　转　铰

本章定义的是旋转铰，即一个零件绕另一个零件做旋转运动。工程中最典型的例子是轴在轴承中转动。本章设计了两个零件，一个是轴另一个是轴套，轴在轴套中做旋转运动。

3. 1　轴

本节生成一个轴。先通过在草图内绘制一个复杂的轴剖面形状，然后旋转生成轴，最后在轴的一端通过开槽和排列生成花键。花键形状对于本章定义旋转铰没关系，之所以生成花键形状，是为了在模拟轴旋转时，可以通过键槽位置的变化，方便地观察到轴的旋转运动，否则即使轴在旋转，也看不出变化来。

对于设计轴零件，作者不太赞成使用复杂剖面一次旋转成形的方法，而是更愿意使用单独绘制每个圆形草图，单独拉伸每端形状。这样看起来设计轴的步骤多了，但实际上因为轴的每段都是和其他零件配合的，可以直接使用配合零件的内孔投影生成圆草图。

（1）进入零件设计工作台

操作参见 1. 1(1)。

（2）绘制轴的多边形草图

选中左边模型树中【xy 平面】。进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的轮廓图标，绘制一个折线形状，折线的起点和终点都在 H 轴上，如图 3-1 所示。单击【约束】工具栏中约束图标，标注并调整中间一段水平线长度为 60mm，与 H 轴的距离为 36mm。其具体方法是线用图标标注出尺寸，然后双击标注的尺寸线，在对话框内对尺寸值进行修改。

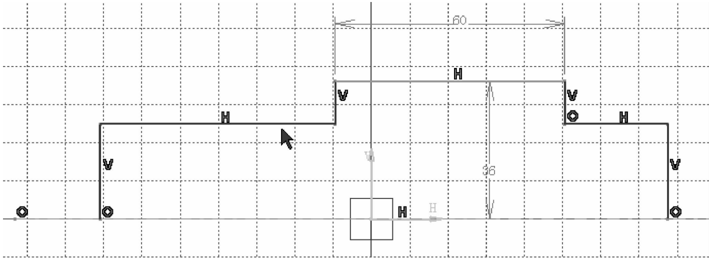


图 3-1　折线草图

单击【工作台】工具栏中的退出工作台图标，重新进入【零件设计】工作台。

（3）旋转形成轴

单击【基于草图的特征】工具栏内的旋转体图标，出现【定义旋转体】对话框，同时草图曲线也变成出现相应的虚线，就是按默认的对话框内数据形成的旋转体。单击对话框内的【确定】按钮，形成旋转体。

（4）绘制键槽草图

在三维图形中选中轴端面。在【草图编辑器】工具栏中单击草图图标，进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的直线图标，在图形上端 V 轴的一侧划一条垂直线，如图 3-2 所示。

单击【操作】工具栏内的镜像图标，然后在图形中选中 V 轴，形成线段关于 V 轴的对称线。单击【操作】工具栏内的直线图标，将两条垂直线上、下两端用水平线连接起来。

单击【工作台】工具栏中的退出工作台图标，重新进入【零件设计】工作台。

（5）形成一个键槽

单击【基于草图的特征】工具栏内的凹槽图标，出现【定义凹槽】对话框。在【第一限制】区内的【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【深度】栏内填 30mm，预览形成的槽。然后单击【确定】按钮，形成矩形槽。

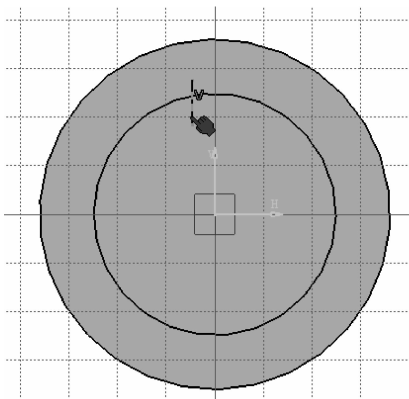


图 3-2　V 轴一侧的一条垂直线

（6）环形排列键槽

在左边的模型树中选中开槽。在【变换特征】工具栏内单击圆形阵列图标，出现【定义圆形阵列】对话框。在第一个选项【参数】项内选择【完整径向】；在第二个选项【实例】中填上要形成的间距个数，在选项内填 6。在【参考元素】选项选择图形的一个侧面，也可以先把这个选项选中，然后单击图中的一个侧面。单击【预览】按钮，看形成的图是否符合要求。

（7）修改零件名称

在左边的模型树选中零件名称【Part1】。单击鼠标右键，出现下拉菜单选项。选择下拉菜单中的【属性】选项，出现【属性】对话框。单击对话框内的【产品】选项卡，在【零部件号】栏内填上零件的名称“轴”。单击对话框内的【确定】按钮，完成零件名称设置。左边模型树上零件的名称更改为轴。

单击【标准】工具栏中的保存文件图标，将该零件保存。

3.2　轴套

本节在装配工作台内生成轴套零件。这样的方法已经在第 2 章进行了说明，不再赘述。

（1）进入装配设计工作台

操作参见1.2(1)。

（2）零件导入装配图

单击主菜单中的【窗口】，在出现的下拉菜单中选择【水平平铺】。选择后，在图形区装配零件和1.1节设计的轴水平平铺同时显示。在轴零件的模型树上，选中零件名称【轴】，用鼠标拖到装配图的模型树，放在零件名称【product.1】上，用这种方式，可以直接将零件导入到装配图中。

（3）插入新零件

将滑块零件关闭。单击上面菜单中的【插入】，在出现的下拉菜单中选择【新建零部件】。然后在左边的模型树中单击零件名称【product.1】，会在装配图内插入一个新零件。单击零件名称【product.1】后出现一个对话框【新部件:原点】，提示如何定义新零件的原点。单击对话框内的【是】按钮，定义新零件的原点与组件的原点重合。在装配零件的模型树上出现一个新零件Part2.1。

（4）生成新零件草图

将左边模型树中Part2零件的元素展开，双击该零件的名称“Part2”，可以直接由装配设计工作台转到零件设计工作台。选中左边模型树中【yz平面】，在【草图编辑器】工具栏中单击草图图标，进入【草图设计】工作台。

单击【操作】工具栏内的投影3D元素图标，然后选择轴的端面，将轴的端面投影为一个圆草图。

在【草图绘制器】工作台内，在【轮廓】工具栏单击圆图标绘制圆。单击【约束】工具栏内约束图标，标注并调整圆的直径尺寸为38mm。

单击【工作台】工具栏中的退出工作台图标，重新进入零件设计工作台。

（5）拉伸生成新零件实体

单击【基于草图的特征】工具栏中凸台图标，出现【定义凸台】对话框。在【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度60mm(原来默认的设置是20mm)。单击【更多】按钮，设置在相反方向的拉伸长度为20mm。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成轴套零件。

在左边的模型树中选择Part.2下面的【零部件几何体】。单击图形属性栏内的颜色栏，出现下拉的颜色栏，在颜色菜单中选择一种新的颜色，更改支架零件的颜色。

（6）修改新零件名称

在左边的模型树选中零件名称“Part2”。单击鼠标右键，出现下拉菜单选。选择下拉菜单中的【属性】选项，出现【属性】对话框。单击对话框内的【产品】选项卡，在【零部件号】栏内填上零件的名称“轴套”。单击对话框内的【确定】按钮，完成零件名称设置。左边模型树上零件的名称更改为轴套。

单击【标准】工具栏中的保存图标，将该零件保存。

3.3 设置旋转铰

本节设置旋转铰运动，指定轴套为固定件，最后模拟设置的旋转铰。

（1）进入模型运动模拟工作台

操作参见 1.3(1)。

（2）设置旋转铰

单击【DMU 运动机构】工具栏内的旋转接合图标，出现【创建接合:旋转】对话框，如图 3-3 所示。单击对话框内的【新机械装置】按钮，出现【创建机械装置】对话框。按照对话框内的默认机构名称【机械装置.1】，单击对话框内的【确定】按钮，生成新的运动机构。同时【创建机械装置】对话框关闭，回到【创建接合:旋转】对话框。



图 3-3 【创建接合:旋转】对话框

在轴零件中选择轴的中心线；在轴套零件中选择轴套的中心线；在轴零件中选择凸台端面；在轴套零件中选择凸台对应的端面。在【创建接合:旋转】生成旋转铰对话框内选中【居中】选项，然后选择轴和轴套另外一侧对应的端面。在【创建接合:旋转】对话框内选中【驱动角度】，单击【确定】按钮，生成旋转铰。零件按铰接配合在一起，同时在左边的模型树中出现机构名称和铰的名称。

（3）定义固定零件

单击【DMU 运动机构】工具栏内的固定零件图标，出现【新固定零件】对话框。在图形区选择轴套零件，出现一个消息框，提示现在设置的机构可以被模拟。单击消息框内的【确定】按钮，关闭消息框。

（4）模拟旋转铰的运动

单击【DMU 运动机构】工具栏内的使用命令进行模拟图标，出现【运动模拟 - 机械装置.1】对话框。在对话框内拖动滑标，改变角度范围。单击对话框内的【向前】按钮，轴在轴套内开始转动。

单击运动模拟对话框内的【重置】按钮，使轴复位到原点。单击运动模拟对话框内的【关闭】按钮，将对话框关闭。

单击【标准】工具栏中的保存图标，将该装配部件保存。

总结：

本章学习的是设置旋转铰，它包括两个零件，轴和轴套，轴在轴套内做旋转运动。除旋转铰是新内容外，本章在开键槽时还讲解了对零件中的元素进行环形排列，这两个是本章的新内容。

第 4 章　圆　柱　铰

本章学习设置圆柱铰。圆柱铰只约束运动件的径向平动和轴线垂直方向的转动，转动件可以沿轴线方向平动，也可以绕轴线做旋转运动。本章定义两个零件，一个是内套，另外一个是外套。

4.1　内套

内套零件将在后面的 4.3 节中作为运动件介绍。

（1）进入零件设计工作台

操作参见 1.1(1)。

（2）绘制圆草图

选中左边模型树中【xy 平面】。进入【草图编辑器】工作台。

在【草图编辑器】工具栏内，单击【轮廓】工具栏内的圆图标，以原点为圆心绘制圆。

单击【约束】工具栏内的约束图标，标注圆的直径尺寸。在图形区双击该尺寸线，出现【约束定义】对话框。在直径栏内填圆的直径尺寸 60mm，单击对话框内的【确定】按钮，完成对圆直径的修改，关闭对话框。

单击【工作台】工具栏中的退出工作台图标，重新进入【零件设计】工作台。

（3）拉伸生成圆柱体

单击【基于草图的特征】工具栏中凸台图标，出现【凸台定义】对话框。第一栏 Type 类型选择默认的 Dimension 实体，在 Length 长度栏内填上厚度 100mm。单击 Preview 预览按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的 OK【确定】按钮，生成圆柱体。

单击【标准】工具栏中的保存图标，将该零件保存。

4.2　外套

本节仍然使用在装配工作台定义零件的方法设置一个外套零件。

（1）进入装配设计工作台

操作参见 1.2(1)。

（2）零件导入装配图内

单击上面菜单中的【窗口】，在出现的下拉菜单中选择【水平平铺】。选择后，在图形区

装配零件和 4. 1 节设计的【圆柱】水平平铺同时显示出来。在圆柱零件的模型树上，选中圆柱零件，按鼠标左键将光标拖到装配图的模型树，放在零件名称【product. 1】上，用这种方式，可以直接将零件导入到装配图中。

（3）装配图插入新零件

将圆柱零件关闭。单击上面菜单中的【插入】，在出现的下拉菜单中选择【新建零部件】，然后在左边的模型树中单击零件 product. 1，在装配图内插入一个新零件。单击零件 product. 1 后，出现一个【新部件:原点】对话框，提示如何定义新零件的原点。单击对话框内的【是】按钮，定义新零件的原点与组件的原点重合。在装配零件的模型树上出现一个新零件 Part1. 1。

（4）设计新零件草图

将左边模型树中 Part1 零件的元素展开，双击该零件的名称，可以直接由装配设计工作台转到零件设计工作台。选中左边模型树中【xy 平面】，在【草图编辑器】工具栏中单击草图图标，进入【草图编辑器】工作台。

单击【操作】工具栏内的投影 3D 元素图标，然后选择圆柱的端面，将圆柱的端面投影为一个圆形草图，如图 4-1。

在【草图编辑器】工具栏内，单击【轮廓】工具栏内的圆图标，以原点为圆心绘制圆。单击【约束】工具栏内的约束图标，标注并调整圆的直径尺寸为 100mm，调整方法已经在 4. 1 节介绍。

单击【工作台】工具栏中的退出工作台图标，重新进入【零件设计】工作台。

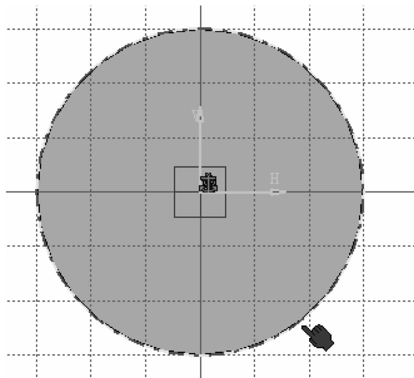


图 4-1　圆柱的端面投影为一个圆形草图

（5）拉伸生成新零件实体

单击【基于草图的特征】工具栏中凸台图标，出现【凸台定义】对话框。在【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 60mm。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成圆环。

在图形区单击选择 Part. 2 实体。单击图形属性栏内的颜色栏，出现下拉的颜色栏。在颜色菜单中选择一种新的颜色，更改圆环零件的颜色。

（6）修改零件的名称

在左边的模型树选中零件 Part1。单击鼠标右键，出现下拉菜单选项。选择下拉菜单中的【属性】选项，出现【属性】对话框。单击对话框内的【产品】选项卡，在【零部件号】栏内填上零件的名称“外套”。单击对话框内的【确定】按钮，完成零件名称设置。左边模型树上零件的名称更改为外套。

单击【标准】工具栏中的保存图标，将该零件保存。

4.3 设置圆柱铰

（1）进入模型运动模拟工作台

操作参见 1.3(1)。

（2）定义圆柱铰

单击【DMU 运动机构】工具栏内的圆柱接合图标，要单击这个图标，需要先单击旋转接合图标右下方的箭头，单击后出现所有铰定义图标。单击圆柱接合图标后，出现【创建接合:圆柱面】对话框，如图 4-2 所示。单击对话框内的【新机械运动机构】按钮，出现【创建机械装置】对话框。按照对话框内的默认机构名称【机械装置.1】，单击对话框内的【确定】按钮，生成新的运动机构。同时【创建机械装置】对话框关闭，回到【创建接合:圆柱面】对话框。

在内套零件中选择内套的中心线；在外套零件中选择外套的中心线 4。在【创建接合:圆柱面】对话框内选中【驱动角度】和【驱动长度】。单击对话框内的【确定】按钮，生成圆柱铰。零件按铰接配合在一起，同时在左边的模型树中出现机构名称和铰的名称。

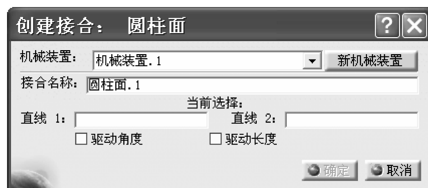


图 4-2 【创建接合:圆柱面】对话框

（3）定义固定零件

单击【DMU 运动机构】工具栏内的固定零件图标，出现【新固定零件】对话框。在图形区单击选择外套零件，出现一个消息框，提示现在设置的机构可以被模拟。单击消息框内的【确定】按钮，关闭消息框。

（4）模拟圆柱铰运动

单击【DMU 运动机构】工具栏内的使用命令进行模拟图标，出现【运动模拟 - 机械装置.1】对话框。在对话框内拖动滑标，改变距离和角度范围。单击对话框内的【向前】按钮，内套在外套上开始螺旋运动。

单击运动模拟对话框内的【重置】按钮，使滑块复位到原点。单击运动模拟对话框内的【关闭】按钮，将对话框关闭。

单击【标准】工具栏中的保存图标，将该装配部件保存。

总结：

本章学习定义圆柱铰，涉及到的两个零件形状都比较简单，没有什么难点，只是请读者牢记，圆柱铰可以允许运动件有两个自由度的运动：沿轴线的平动和绕轴线的转动。

第 5 章　平 面 滑 动

本章定义的是平面滑动。一个零件在另外一个零件的表面可以做自由滑动。这也是两个自由度的运动，即运动件可以在平面的两个方向运动。

5.1　设计台面

本节设计一个具有凹槽的台面，将作为固定件使用。

（1）进入零件设计工作台

操作参见 1.1(1)。

（2）定义矩形草图

选中左边模型树中【xy 平面】。在【草图编辑器】工具栏中单击草图图标，进入【草图编辑器设计】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的矩形图标，绘制一个矩形。单击【约束】工具栏内的约束图标，标注并调整矩形的形状尺寸，矩形的长为 200mm，高为 140mm，水平线到 H 轴的距离为 70mm，垂直线到 V 轴的距离为 100mm。

单击【工作台】工具栏中的退出工作台工作台图标，重新进入【零件设计】工作台。

（3）拉伸生成平板

单击【基于草图的特征】工具栏中凸台图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上 20mm。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成台面零件。

（4）生成第二个矩形草图

在图形区选中台面零件的上表面，在【草图编辑器】工具栏中单击草图图标，进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的矩形图标，绘制一个矩形。单击【约束】工具栏内的约束图标，标注并调整矩形的形状尺寸，矩形的长为 180mm，高为 120mm，水平线到 H 轴的距离为 60mm，垂直线到 V 轴的距离为 90mm。

单击【工作台】工具栏中的退出工作台图标，重新进入零件设计工作台。

（5）开矩形槽

单击【基于草图的特征】工具栏内的凹槽图标，出现【定义凹槽】对话框。在【第一

限制】区【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【深度】栏内填 10mm，预览形成的槽。然后单击【确定】按钮，形成矩形槽。

（6）棱边导角

单击【修饰特征】工具栏中的倒圆角图标，出现【倒圆角定义】对话框。在【半径】栏内输入 3mm，在图形区选择上表面外侧的 4 个棱边。单击对话框内的【确定】按钮，完成对棱边的导角。

单击【标准】工具栏中的保存图标，将该零件保存。

5.2 圆柱滑块

本节生成一个圆柱滑块零件，在台面零件的凹槽内运动。

（1）绘制圆形草图

单击【开始】→【机械设计】→【零件设计】，进入【零件设计】工作台。

选中左边模型树中【xy 平面】。在【草图编辑器】工具栏中单击【草图】图标，进入【草图编辑器】工作台。

在【草图编辑器】工作台，单击【轮廓】工具栏内的圆图标绘制圆。单击【约束】工具栏内的约束图标，标注并调整圆的直径尺寸为 30mm。

单击【工作台】工具栏中的退出工作台工作台图标，重新进入【零件设计】工作台。

（2）拉伸生成圆柱

单击【基于草图的特征】工具栏中凸台图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 8mm。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成轴套零件。

5.3 装配零件

本节只是在装配工作台简单地将 5.1 节和 5.2 节设计的两个零件导入装配图中。

单击 CATIA 界面上面的【开始】→【机械设计】→【装配设计】，进入【装配设计】工作台。

将 5.1 和 5.2 节设计的两个零件都打开。单击上面菜单中的【窗口】，在出现的下拉菜单中选择【水平平铺】。在图形区，装配零件和 5.1 节和 5.2 节设计的零件水平平铺，同时显示出来。在【台面】零件的模型树上，选中零件台面，用鼠标拖动到装配图的模型树，放在零件 product. 1 上，用这种方式，可以直接将零件导入到装配图中。用同样的方法将第二个零件导入装配图中。如果两个零件重合在一起，可以使用罗盘将其中一个零件拖开。

5.4 设置平面铰

本节只是简单地设置平面铰，没有对平面铰进行模拟。实际设计工作中的平面铰，往往不是单独使用的，而是与其他运动机构相联。设置平面铰只是约束运动件仅在某个平面内做二维运动，而不能超出平面做三维空间运动。

击 CATIA 界面上面的【开始】→【数字化装配】→【DMU 运动机构】，进入【模型运动模拟】工作台。

单击【DMU 运动机构】工具栏内的平面接合图标，要单击这个图标，需要先单击【旋转接合】图标右下方的箭头，出现所有铰定义图标。单击平面接合图标后，出现【创建接合:平面】对话框，如图 5-1 所示。单击对话框内的【新机械装置】按钮，出现【创建机械装置】对话框。按照对话框内的机构名称【机械装置.1】，单击对话框内的确定按钮，生成新的运动机构。同时【创建机械装置】对话框关闭，回到【创建接合:平面】对话框。



图 5-1 【创建接合:平面】对话框

在台面零件中选择凹槽的表面，在滑块中选择滑块的底面，在对话框内显示所选零件元素的名称。单击对话框内的【确定】按钮，生成平面铰。零件按平面铰接配合在一起，同时在左边的模型树中出现机构名称和铰的名称。

总结：

本章定义的铰比较简单，零件也比较简单。铰定义完成后，未进行运动模拟。读者可以模拟自己在实际设计工作中遇到的平面铰。平面铰在实际工作中往往是和其他铰结合起来使用的，这也是没有进行模拟的原因。

第 6 章　缆　绳　铰

本章介绍的是缆绳铰，即两个物体由绳索联接在一起，一个物体沿一定的方向拖动另一个物体运动。它需要定义三个联接，一个是固定不动的，另外两个是由缆绳联接在一起的运动件。

6.1　滑动架

本节设计一个滑动架，该零件在后面的定义缆绳铰中是固定不动的零件。

（1）进入零件设计工作台

操作参见 1.1(1)。

（2）绘制矩形草图

选中左边模型树中【xy 平面】。进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的矩形图标，绘制一个矩形。单击【约束】工具栏内的约束图标，标注并调整矩形的形状尺寸，矩形的长为 200mm，高为 200mm，水平线到 H 轴的距离为 100mm，垂直线到 V 轴的距离为 100mm。

单击【工作台】工具栏中的退出工作台图标，重新进入【零件设计】工作台。

（3）拉伸生成平板

单击【基于草图的特征】工具栏中凸台图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上 20mm。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成平板零件。

（4）生成第二个矩形草图

在图形区选中滑动架零件的侧面。进入草图设计工作台。

单击【轮廓】工具栏内的直线图标，在图形上端 V 轴的一侧划一条水平线。单击【约束】工具栏内的约束图标，标注并调整水平线与 H 轴的距离为 7mm，水平线左端点与 V 轴的距离为 90mm。

单击【操作】工具栏内的镜像图标，然后在图形中选中 H 轴，形成线段关于 H 轴的对称线，如图 6-1 所示。单击【轮廓】工具栏内的直线图标，将两条水平线左右两端用垂直线联接起来。

退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

（5）生成折线草图

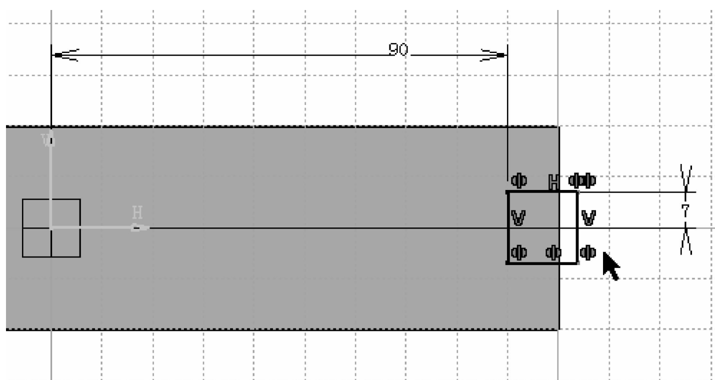


图 6-1　两条水平线左右两端用垂直线联接起来

选中左边模型树中【xy 平面】。在【草图编辑器】工具栏中单击草图图标，进入草图设计工作台。

单击【操作】工具栏内的投影三维元素图标，然后选择长方体的两个连续棱边，将两个棱边投影为一个草图，如图 6-2 所示。

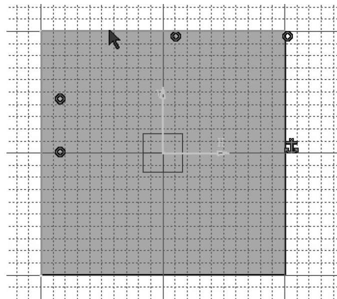


图 6-2　两个棱边投影为一个草图

单击【工作台】工具栏中的退出工作台图标，重新进入【零件设计】工作台。

（6）对平板扫描生成凹槽

单击【基于草图的特征】工具栏中的开槽图标，出现 Slot Definition 扫描凹槽定义对话框。选择矩形草图作为轮廓线，选择投影的两个棱边作为中心线，预览形成的扫描凹槽。将该零件保存。

6.2　设计滑块零件

本节在装配设计工作台，从 6.1 节的滑动架投影生成滑块零件的草图，最终生成滑块零件。

（1）进入装配设计工作台

操作参见 1.2(1)。

（2）零件导入装配图

单击上面菜单中的【窗口】，在出现的下拉菜单中选择【水平平铺】。在图形区，装配零件和 6.1 节设计的滑动架水平平铺，同时显示出来。在滑动架零件的模型树上，单击选中零件滑动架，用鼠标拖动到装配图的模型树，放在零件 product.1 上松开，用这种方式，可以直接将零件导入到装配图中。

（3）插入新零件

将滑动架零件关闭。单击上面菜单中的 Insert【插入】，在出现的下拉菜单中选择“新建零部件”。然后在左边的模型树中单击零件 product.1，在装配图内插入一个新零件。单击零

件名称“product. 1”后，出现一个【新部件:原点】对话框，提示如何定义新零件的原点。单击对话框内的 Yes【是】按钮，定义新零件的原点与组件的原点重合，在装配零件的模型树上出现一个新零件 Part1. 1。

（4）生成新零件的草图

将左边模型树中 Part1 零件的元素展开，双击该零件，直接由装配设计工作台转到零件设计工作台。选中第一个零件的侧面作为参考平面。在【草图编辑器】工具栏中单击草图图标，进入草图设计工作台。

单击【操作】工具栏内的投影三维元素图标，然后选择凹槽的棱边，将凹槽的棱边投影为一个折线草图。单击【轮廓】工具栏内的轮廓图标，绘制一个折线形状，起点与投影折线端点重合。单击【约束】工具栏内的约束图标，标注并调整水平线的长度为 20mm，垂直线的长度为 7mm，如图 6-3 所示。

单击【操作】工具栏内的镜像图标，然后在图形中选中 H 轴，形成折线关于 H 轴的对称线。单击【轮廓】工具栏内的直线图标，将两条水平线左右右端用垂直线联接起来。

退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

（5）拉伸形成新零件实体

单击【基于草图的特征】工具栏中凸台图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 20mm。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成滑块零件。

图 6-3 折线及其尺寸约束

（6）对滑块多实例化

在左边的模型树中双击装配零件 product. 1，直接回到装配设计工作台。单击【产品结构工具】工具栏中定义多实例化图标，出现多实例化对话框。在图形区选中滑块零件，在对话框内给出实例化的方向和距离，形成一个新的滑块零件。

6. 3 设置缆绳铰

先设置两个棱镜铰，然后在两个棱镜铰之间生成缆绳铰。注意，虽然称为缆绳铰，但在两个棱镜铰之间并没有缆绳存在。设置完成后模拟缆绳铰的运动。

（1）进入模型运动模拟工作台

操作参见 1. 3（1）。

（2）定义棱镜铰

单击【DMU 运动机构】工具栏内的棱形接合图标。要单击这个图标，需要先单击旋转接合图标右下方的箭头，单击后出现所有铰定义图标。单击棱形接合图标后，出现【创建接合:棱形】对话框，如图 6-4 所示。单击对话框内的【新机械装置】按钮，出现【创建机械装置】对话框。按照对话框内的机构名称【机械装置.1】，单击对话框内的确定按钮，生成新的运动机构。同时【创建机械装置】对话框关闭，回到【创建接合:棱形】对话框。



图 6-4 【创建接合:棱形】对话框

将鼠标移动到罗盘的原点，按下鼠标左键移动罗盘，将罗盘放在滑块零件上。光标放在罗盘的 W 轴上，移动鼠标将滑块零件向上移动，使滑块与滑动架离开一定距离。

在滑块零件中选择下表面的一个棱边。在滑动架零件中选择一条对应的棱边。在滑块零件中选择下表面。在滑动架零件中选择对应表面。在【创建接合:棱形】对话框内单击【确定】按钮，生成棱镜铰。零件按铰接配合在一起。同时在左边的模型树中出现机构名称和铰的名称。用同样的方法设置另外一个滑块与滑动架之间的棱镜铰，设置时显示【创建接合:棱形】对话框。两个棱镜铰设置完成，同时在左边的模型树上显示两个铰的名称。

（3）定义缆绳铰

单击【DMU 运动机构】工具栏内的电缆接合图标后，出现【创建接合:电缆】对话框。在模型树上选择前面设计的两个铰，在对话框内将【菱形 1 的驱动长度】和【菱形 2 的驱动长度】选中，单击对话框内的【确定】按钮，生成缆绳铰。

（4）定义固定零件

单击【DMU 运动机构】工具栏内的固定零件图标，出现【新固定零件】对话框。在图形区单击选择滑动架零件，出现一个消息框，提示现在设置的机构可以被模拟。单击消息框内的【确定】按钮，关闭消息框。

（5）模拟运动铰

单击【DMU 运动机构】工具栏内的使用命令进行模拟图标，出现【运动模拟 - 机械装置.1】对话框。在对话框内拖动滑标，改变距离范围。单击对话框内的【向前】按钮，两个滑块在滑动架上开始运动。

单击运动模拟对话框内的【重置】按钮，使滑块复位到原点。单击运动模拟对话框内的【关闭】按钮，将对话框关闭。保存该装配部件。

总结：

本章定义的缆绳铰是一个复合铰，在定义棱镜铰之后，将两个棱镜铰设置为一个缆绳铰。本章在装配图中将一个滑块复制为两个，在大型设备、复杂结构的设计中，经常遇到这样的情形。

第 7 章　球　　铰

球铰约束接触零件三个方向的平动自由度，而三个转动自由度都没有被约束。本章设计两个零件，一个具有球形凹槽，另一个具有球形头，两个零件装配成一个球铰。

7.1　设计球形零件

本节设计的球形头零件是一个运动件。

（1）进入零件设计工作台

操作参见 1.1(1)。

（2）设计圆弧和折边草图

选中左边模型树中【xy 平面】。进入【草图编辑器】工作台。

在【草图编辑器】工作台内，单击【轮廓】工具栏内的圆图标绘制圆。单击【约束】工具栏内的约束图标，标注并调整圆的直径尺寸为 70。

单击【轮廓】工具栏内的轮廓图标，绘制一条折线形状，折线的起点在圆弧上，终点在 V 轴上。单击【约束】工具栏内的约束图标，标注并调整水平线的长度为 7mm，水平线与 H 轴的距离为 75，如图 7-1 所示。

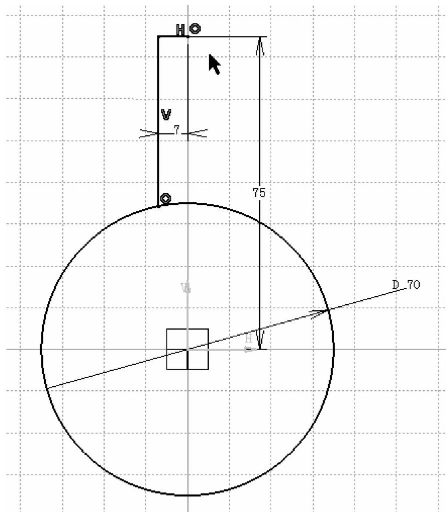


图 7-1　一条折线草图

单击【轮廓】工具栏内的轴图标，绘制一条与 V 轴重合的轴线。单击【操作】工具栏内的快速修剪图标，将圆草图右侧剪掉，同时将折线下方的部分剪掉。

退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

（3）旋转形成实体

单击【基于草图的特征】工具栏内的旋转体图标，出现【定义旋转体】对话框，同时草图曲线也变成出现相应的虚线，就是按默认的对话框内数据形成的旋转体。单击对话框内的【确定】按钮，形成旋转体。

单击【标准】工具栏中的保存图标，将该零件保存。

7.2　固定球架零件

本节利用装配设计工作台，对 7.1 节生成的零件进行投影，设计带有球形凹槽的零件。在后面的球铰设置中，它是一个固定件。

（1）进入装配设计工作台

操作参见 1.2(1)。

（2）零件导入装配图

单击上面菜单中的【窗口】，在出现的下拉菜单中选择【水平平铺】。选择后，在图形区，装配零件和 7.1 节设计的【球形】水平平铺，同时显示出来。在【球形】零件的模型树上，选中零件球形，用鼠标拖动到装配图的模型树，放在零件 product.1 上松开，用这种方式，直接将零件导入到装配图中。

（3）插入新零件

将球形零件关闭。单击上面菜单中的【插入】，在出现的下拉菜单中选择【新建零部件】，然后在左边的模型树中单击零件 product.1。这样会在装配图内插入一个新零件。单击零件 product.1 后，出现一个【新部件:原点】对话框，提示如何定义新零件的原点。单击对话框内的【是】按钮，定义新零件的原点与组件的原点重合。在装配零件的模型树上出现一个新零件 Part1.1。

（4）设置新零件的草图

将左边模型树中 Part1 零件的元素展开，双击该零件的名称直接由装配设计工作台转到零件设计工作台。选中左边模型树中【xy 平面】，在【草图编辑器】工具栏中单击草图图标，进入【草图编辑器】工作台。

单击【操作】工具栏内的投影 3D 元素图标，然后选择球的表面，投影生成一个圆弧。在【草图编辑器】工作台内，单击【轮廓】工具栏内的圆图标绘制圆。单击【约束】工具栏内的约束图标，标注并调整圆的直径尺寸为 100mm。

单击【轮廓】工具栏内的轮廓图标，绘制一条折线形状，折线的起点在圆弧上，终点在 V 轴上。单击【约束】工具栏内的约束图标，标注并调整水平线的长度为 7mm，水平线与 H 轴的距离为 100，如图 7-2 所示。

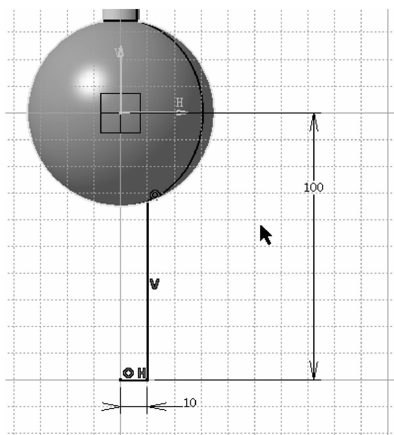


图 7-2　投影生成的圆弧和多边形草图

单击【轮廓】工具栏内的轴图标，绘制一条与 V 轴重合的轴线。单击【轮廓】工具栏内的直线图标，在图形上端 H 轴的右侧划一条水平线。

单击【操作】工具栏内的快速修剪图标，将圆草图左侧剪掉，同时将折线下方的部分剪掉，修剪后的草图如图 7-3 所示。

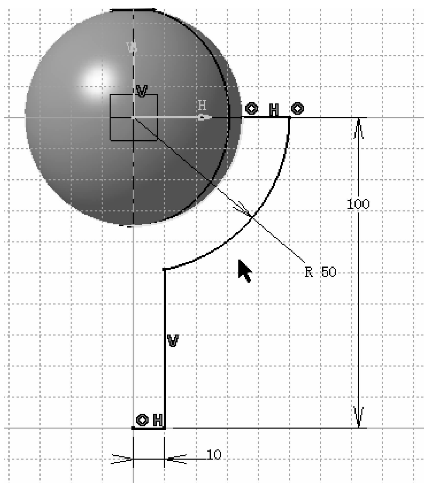


图 7-3 修剪后的草图

退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

（5） 旋转生成第二个零件实体

单击【基于草图的特征】工具栏内的旋转体图标，出现【定义旋转体】对话框，同时草图曲线也变成相应的虚线，就是按默认的对话框内数据形成的旋转体。单击对话框内的【确定】按钮，形成旋转体。

修改零件的颜色。在左边的模型树中双击装配图的名称 product. 1，直接进入装配设计工作台。

将光标移动到罗盘的原点，按下鼠标左键移动罗盘，将罗盘放在球形零件上拖动球形零件移动一定距离。

7.3 设置球铰

本节将两个零件设置为球铰。球铰一般不是单独使用的铰，要与其他铰结合在一起，如球铰中的一个零件被其他零件驱动旋转。因此本节没有对球铰进行运动模拟。

（1） 进入模型运动模拟工作台

操作参见 1. 3(1)。

（2） 定义球铰

单击【DMU 运动机构】工具栏内的球面接合图标，要单击这个图标，需要先单击旋转接合图标右下方的箭头，单击后出现所有铰定义图标。单击球面接合图标，出现【创建接合:球面】对话框，如图 7-4 所示。单击对话框内的 N【新机械装置】按钮，出现【创建机械装置】对话框。按照对话框内的机构名称【机械装置 . 1】，单击对话框内的确定按钮，生成新的运动机构。同时【创建机械装置】对话框关闭，回到【创建接合:球面】对话框。

在球形零件中选择球的球心，在固定球架零件中选择半球的球心。单击对话框内的【确定】按钮，生成球铰。零件按铰接配合在一起，同时在左边的模型树中出现机构名称和铰的名称。

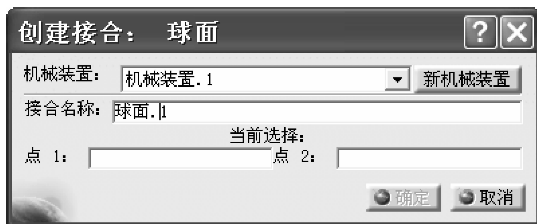


图 7-4 【创建接合:球面】铰对话框

总结：

本章是设计球铰，球铰允许接触的零件三个自由度的转动，但约束三个自由度的平动。两个零件形状比较简单，设置球铰的步骤也比较简单。因为球铰一般不单独使用，本章最后对设置的球铰没有进行运动模拟。

第 8 章　刚 性 连 接

本章生成刚性连接，即两个零件之间的 3 个转动自由度和 3 个平动自由度均被约束。两个零件只能是共同运动，不存在相对运动。对静止零件比较多的机构运动分析，两个静止件之间，就可以用刚性联接，这样可以减少整个系统的自由度。本章使用了桌子面和桌子腿模型，它们之间是不存在相对运动的。

8.1　桌面

本节生成一个桌面，并且在桌面的一角生成安装桌腿的榫槽。

（1）进入零件设计工作台

操作参见 1.1(1)。

（2）设计矩形草图

选中左边模型树中【xy 平面】。进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的矩形图标，绘制一个矩形。单击【约束】工具栏内的约束图标，标注并调整矩形的形状尺寸，矩形的长为 100mm，高为 100mm，水平线到 H 轴的距离为 50mm，垂直线到 V 轴的距离为 50mm。

单击【工作台】工具栏中的退出工作台图标，重新进入【零件设计】工作台。

（3）拉伸生成平板

单击【基于草图的特征】工具栏中凸台图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 10mm。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成桌面零件。

（4）生成第二个草图

在图形区选中桌面的表面，在【草图编辑器】工具栏中单击草图图标，进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的矩形图标，在桌面的右上角绘制两个矩形。单击【约束】工具栏内的约束图标，标注并调整矩形的形状尺寸，矩形的长为 4mm，高为 12mm，矩形之间的距离为 5mm，矩形边与桌面棱边的距离为 6mm，如图 8-1 所示。

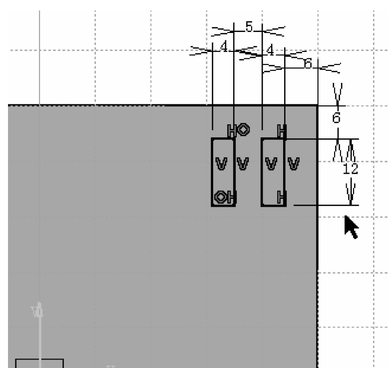


图 8-1　两个矩形草图

（5）对平板开矩形槽

单击【基于草图的特征】工具栏内的凹槽图标，出现【定义凹槽】对话框。在【类型】下拉列表框内选择【直到下一个】，预览形成的槽。单击【确定】按钮，形成矩形槽。

（6）修改零件的名称

在左边的模型树选中零件 Part1。单击鼠标右键，出现下拉菜单选项。选择下拉菜单中的【属性】选项，出现【属性】对话框。单击对话框内的【产品】制表栏，在零部件号栏内填上零件的名称“桌面”。单击对话框内的【确定】按钮，完成零件名称设置。左边模型树上零件的名称更改为桌面。将该零件保存。

8.2 桌腿

本节在装配设计工作台，利用桌面的投影视图生成桌腿零件。

（1）进入装配设计工作台

操作参见 1.2(1)。

（2）零件导入装配图

单击上面菜单中的“窗口”，在出现的下拉菜单中选择“水平平铺”。选择后，在图形区装配零件和 1.1 节设计的桌面水平平铺，同时显示出来。在桌面零件的模型树上，选中零件桌面，用鼠标拖到装配图的模型树，放在零件 product.1 上松开，直接将零件导入到装配图中。

（3）插入新零件

将桌面零件关闭。单击上面菜单中的【插入】，在出现的下拉菜单中选择【新建零部件】。然后在左边的模型树中单击零件 product.1 在装配图内插入一个新零件。单击零件 product.1 后，出现一个【新部件:原点】对话框，提示如何定义新零件的原点。单击对话框内的【是】按钮，定义新零件的原点与组件的原点重合。在装配零件的模型树上出现一个新零件 Part1.1。

（4）设置新零件草图

将左边模型树中 Part1 零件的元素展开，双击该零件的名称 Part1，直接由装配设计工作台转到零件设计工作台。选中左边模型树中【xy 平面】，在【草图编辑器】工具栏中单击草图图标，进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的矩形图标，绘制一个矩形。单击【约束】工具栏内的约束图标，标注并调整矩形的形状尺寸，矩形两个水平边与桌面开槽上下棱边重合，左右垂直边与开槽棱边的距离为 4mm，如图 8-2 所示。

单击【工作台】工具栏中的退出工作台图标，重新进入【零件设计】工作台。

（5）拉伸生成新零件实体

单击【基于草图的特征】工具栏中凸台图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 100mm。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成桌腿零件。

桌腿零件是从桌面的下表面开始的，正常的桌腿应该伸入到桌面的上表面以便使榫头结合。可以使用装配工作台内的距离设置使桌腿上表面与桌面的上表面距离为0，这里介绍另外一种方法。仍然在零件设计工作台内，在模型树上单击凸台.1下面的草图.1。单击鼠标右键，出现下拉菜单。在出现的菜单中单击选择【草图.1对象】选项，出现一个子菜单。在子菜单中选择【更改草图基准】，出现【草图定位】对话框。在图形区选择桌面的上表面，即将原来的草图基准【xy平面】改为桌面的上表面作基准。单击对话框内的【确定】按钮，完成草图基准的修改，桌腿变为从桌面开始拉伸。

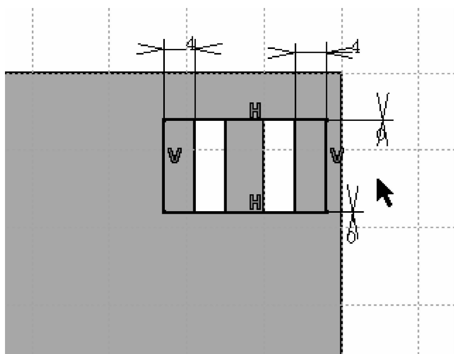


图8-2 矩形草图

(6) 生成桌腿的第二个草图

在图形区单击选择桌腿的上表面。进入【草图编辑器】工作台。

单击【操作】工具栏内的投影3D元素图标，然后选择桌面开槽的8个棱边，将它们投影为2个矩形草图。

单击【工作台】工具栏中的退出工作台图标，重新进入【零件设计】工作台。

(7) 对桌子腿开槽

单击【基于草图的特征】工具栏内的凹槽图标，出现【定义凹槽】对话框。在【类型】下拉列表框内选择【尺寸】，在【深度】栏内填10mm，预览形成的槽。单击【确定】按钮，形成矩形槽。

在左边的模型树上选中桌面零件，然后单击【视图】工具栏内的显示/隐藏图标，将桌面零件隐藏起来，单独显示桌腿。

8.3 设置刚性连接

本节在桌腿和桌面之间设置刚性连接，这个连接也需要和其他铰结合使用，因此没有进行运动模拟。

(1) 进入模型运动模拟工作台

操作参见1.3(1)。

(2) 定义刚性连接

单击【DMU运动机构】工具栏内的刚性接合图标，要单击这个图标，需要先单击旋转接合图标右下方的箭头，出现所有铰定义图标。单击刚性接合图标，出现【创建接合:刚性】对话框，如图8-3所示。单击对话框内的【新机械装置】按钮，出现【创建机械装置】对话框。按照对话框内的机构名称【机械装置.1】，单击对话框内的确定按钮，生成新的

运动机构。同时【创建机械装置】对话框关闭，回到【创建接合:刚性】对话框。



图 8-3 【创建接合:刚性】对话框

在图形区分别选择桌面和桌腿，【创建接合:刚性】对话框对话框内容更新，显示所选择的零件名称。单击对话框内的【确定】按钮，生成刚性连接。零件按刚性连接配合在一起。同时在左边的模型树中出现机构名称和铰的名称。将该装配部件保存。

总结：

本章是设置刚性铰，这部分操作起来应该没有困难。本章另一个新内容是在设计零件时对草图修改其支承面，这在以前的章节未涉及到。在复杂零件设计过程中，经常会遇到修改设计的情况，修改草图的支承面也是个常见问题。

第 9 章　万 向 节 铰

与普通机械中常见的万向节一样，万向节铰允许约束的两个零件各自绕自己的中心轴旋转，而两个零件中心轴线之间并不一定平行或重合，允许存在一定夹角，且两个轴都不是固定的。

9.1　第一个轴

（1）进入零件设计工作台

操作参见 1.1(1)。

（2）绘制多边形折线草图

选中左边模型树中【xy 平面】。进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的轮廓图标，绘制一个折线形状，折线的起点和终点都在 V 轴上，如图 9-1 所示。在【约束】工具栏中单击约束图标，标注并调整折线的各尺寸。

单击【工作台】工具栏中的图标，重新进入【零件设计】工作台。

（3）旋转生成实体

单击【基于草图的特征】工具栏内的图标，出现 Shaft Definition 旋转定义对话框，同时草图曲线也变成相应的虚线，就是按默认的对话框内的数据形成的旋转体。单击对话框内的 OK 按钮，形成旋转体。

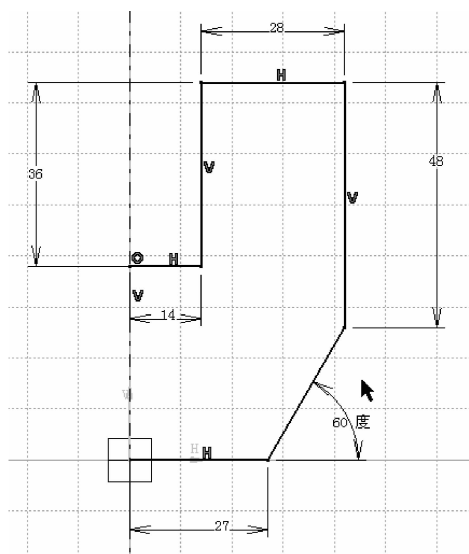
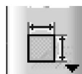


图 9-1　折线草图的尺寸

（4）绘制圆弧和折线草图

选中左边模型树中【xy 平面】。进入【草图编辑器】工作台。

单击【操作】工具栏内的投影 3D 元素图标，然后选择轴的端面，将轴的端面投影为一条线段。单击【轮廓】工具栏内的图标，在投影线的两端各绘制一条垂直线，长度为 28。V 轴的一侧划一条垂直线。单击【轮廓】工具栏内的图标，绘制一个圆弧。在【草图编辑器】工作台，单击【轮廓】工具栏内的图标绘制

圆。单击【约束】工具栏内的约束图标，标注并调整圆的直径尺寸为 30mm，如图 9-2 所示。

单击【工作台】工具栏中的图标，重新进入【零件设计】工作台。

（5）拉伸生成轴的联接部位

单击【基于草图的特征】工具栏中图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 8mm。单击选中【镜像延伸】，同时向正反两个方向拉伸。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成滑块零件。保存并关闭该零件。

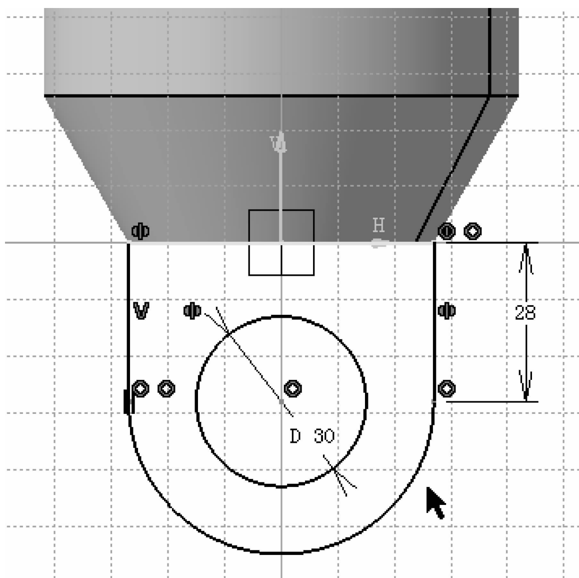


图 9-2 圆弧、圆和折线草图

9.2 第二个轴

（1）绘制圆草图

单击【开始】→【机械设计】→【零件设计】，进入零件设计工作台。选中左边模型树中【xy 平面】。进入【草图编辑器】工作台。

在草图设计模式，单击【轮廓】工具栏内的图标绘制圆。单击【约束】工具栏内的约束图标，标注并调整圆的直径尺寸为 54mm。退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

（2）拉伸生成圆柱体

单击【基于草图的特征】工具栏中图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 40mm。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成第二轴零件。

（3）生成矩形草图

在图形区选中轴的端面。进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的图标，在 V 轴的左侧绘制一条垂直线，长度为 28mm，在【约束】工具栏中单击约束图标，标注并调整线段到 V 的距离为 8mm。

单击【操作】工具栏内的镜像图标，然后在图形中选中 V 轴，形成线段关于 V 轴的

对称线，如图9-3所示。单击【轮廓】工具栏内的图标，将两条垂直线上下两端用水平线联接起来。退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

(4) 对圆柱体开槽

单击【基于草图的特征】工具栏内的图标，出现【凹槽定义】对话框。在【类型】下拉列表框内选择【尺寸】，在【深度】栏内填40mm，预览形成的槽。单击【确定】按钮，形成矩形槽。

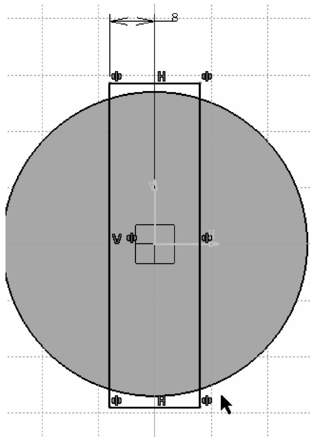


图9-3 4条线组成的矩形草图

(5) 生成第三个圆草图

在图形区单击选中开槽的表面。进入【草图编辑器】工作台。

在【草图编辑器】工作台，在【轮廓】工具栏内单击图标绘制圆。单击【约束】工具栏内的约束图标，标注并调整圆的直径尺寸为30mm。

单击【工作台】工具栏中的图标，重新进入【零件设计】工作台。

(6) 对圆柱开孔

单击【基于草图的特征】工具栏内的图标，出现【定义凹槽】对话框。在Type类型栏内选择Dimension实体，在Depth深度栏内填37mm，单击“more(更多)”按钮，显示在相反方向的设置，在Type类型栏内选择Dimension实体，在Depth深度栏内填20mm，预览形成的槽。单击“OK(确定)”按钮，形成矩形槽。将该零件保存。

9.3 装配万向节

(1) 进入装配设计工作台

操作参见1.2(1)。

(2) 零件导入装配图

单击上面菜单中的“窗口”，在出现的下拉菜单中选择“水平平铺”，在图形区，装配零件和9.1、9.2节设计的轴水平平铺，同时显示出来。在轴零件的模型树上，单击选中零件轴，用鼠标拖动到装配图的模型树，放在零件product.1上松开，直接将零件导入到装配图中。

9.4 设置万向节铰

本节定义万向节铰。由于万向节铰在设备中也是和其他铰结合在一起使用的，本章没有对万向节铰进行运动模拟。

(1) 进入模型运动模拟工作台

操作参见 1.3(1)。

(2) 定义万向节铰

单击【DMU 运动机构】工具栏内的通用接合图标，要单击这个图标，需要先单击旋转接合图标右下方的箭头，出现所有铰定义图标。单击【通用接合】图标后，出现【创建接合:u 形接合】对话框，如图 9-4 所示。单击对话框内的【新机械装置】按钮，出现【创建机械装置】对话框。按照对话框内的机构名称【机械装置.1】，单击对话框内的确定按钮，生成新的运动机构。同时【创建机械装置】对话框关闭，回到【创建接合:u 形接合】对话框。

在第一个轴零件中选择轴的中心线；在第二个轴零件中选择轴的中心线；在第一个轴上选择一个棱边作为十字销轴线方向。选择后对话框根据选择内容更新。单击对话框内的【确定】按钮，生成万向节铰。零件按万向节铰配合在一起，同时在左边的模型树中出现机构名称和铰的名称。



图 9-4 【创建接合:u 形接合】对话框

总结：

本章讲解的是定义万向节铰。在零件设计阶段，涉及到一个新的功能：在对实体进行开槽处理时，可以使用相反的边。这样设计的草图，会更加简约，请读者仔细体会。本章只定义了万向节铰，没有对其进行模拟运动。要模拟运动，必须还要结合其他铰，如旋转铰等。

本章中没有做出两个轴之间的联接件——销轴，因为本章中的两个零件，更容易说明万向节铰。如果加入销轴，则更象是固支铰了。读者可以自己加入销轴。为了贴近万向节铰，可以把轴的直径设计的小一些，销相对于两个轴都有一定的偏心。

第 10 章　齿 轮 传 动

本章设置齿轮铰，模拟两个齿轮之间的运动。其包括三个零件，两个齿轮和一个齿轮轴。齿轮轴实际是两根轴，但设计在一个零件中作为一个固定件，这是为了节省本章的篇幅。读者可以设置两个轴零件，然后将两个轴零件设置为刚性连接。

10.1　齿轮设计

本节设计一个齿轮，并且在齿轮中心圆孔开键槽。开键槽是为了观察轴的转动情况。

（1）进入零件设计工作台

操作参见 1.1(1)。

（2）绘制同心圆草图

选中左边模型树中【xy 平面】。进入【草图编辑器】工作台。

在【草图编辑器】工作台，单击【轮廓】工具栏内的图标绘制圆。用鼠标左键选中坐标原点，移动鼠标再单击左键，绘制出两个圆。在工具栏中单击【约束】工具栏内的约束图标，然后单击圆，标注出圆的直径尺寸分别为 50mm 和 100mm。退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

（3）拉伸生成圆环

单击【基于草图的特征】工具栏中图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 10mm。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成滑块零件。

（4）绘制键槽草图

选中圆柱的一个底面。进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的图标，在图形上端 V 轴的一侧划一条垂直线。

单击【操作】工具栏内的镜像图标，然后在图形中选中 V 轴，形成折线关于 V 轴的对称线，如图 10-1 所示。单击【轮廓】工具栏内的图标，将两条垂直线上下两端用水平线联接起来。退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

（5）实体开键槽

单击【基于草图的特征】工具栏内的图标，出现

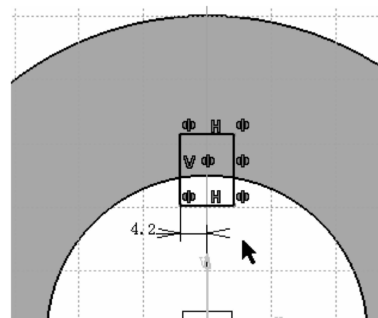


图 10-1　4 条线段组成的矩形草图

【定义凹槽】对话框。在【类型】栏内选择【直到下一个】，预览形成的槽。然后单击【确定】按钮，形成矩形槽。将该零件保存。

改变实体的颜色，将零件另存为第二个齿轮。

10.2 齿轮轴

本节设置齿轮轴零件。注意这是两根轴放在一个零件中。

（1）进入装配设计工作台

操作参见 1.2(1)。

（2）零件导入装配图

单击上面菜单中的【窗口】，在出现的下拉菜单中选择“水平平铺”。选择后，在图形区装配零件和 10.1 节设计的齿轮水平平铺，同时显示出来。在齿轮零件的模型树上，单击选中零件齿轮，用鼠标拖动到装配图的模型树，放在零件 product.1 上松开，直接将零件导入到装配图中。用同样的方法将第二个齿轮也导入到装配图中。由于两个零件的坐标系完全一致，因此两个零件重合在一起。

将光标移动到罗盘的原点，按下鼠标左键移动罗盘，将罗盘放在齿轮零件上。拖动罗盘的 W 轴，一个齿轮随罗盘移动，两个齿轮同时显示出来。

（3）装配图中插入新零件

将齿轮零件关闭。单击上面菜单中的【插入】，在出现的下拉菜单中选择【新建零部】。在左边的模型树中单击零件 product.1，这样会在装配图内插入一个新零件。单击零件 product.1 后，出现一个【新部件:原点】对话框，提示如何定义新零件的原点。单击对话框内的【是】按钮，定义新零件的原点与组件的原点重合。在装配零件的模型树上出现一个新零件 Part2.1。

（4）设计新零件的草图

将左边模型树中 Part2 零件的元素展开，双击该零件，直接由装配设计工作台转到零件设计工作台。选中左边模型树中【xy 平面】，进入【草图编辑器】工作台。

单击【操作】工具栏内的投影 3D 元素图标，然后选择齿轮轴的端面内孔周围的棱边，将轴的端面投影为一个圆和多边形草图，如图 10-2 所示。

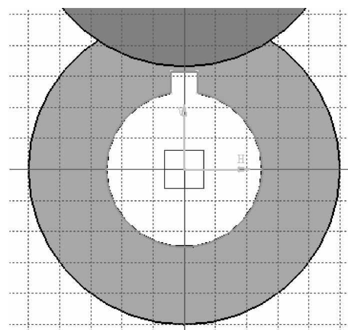


图 10-2 一个圆和多边形草图

在图形区选中投影草图，单击鼠标右键，出现一个下拉菜单。在下拉菜单中选择【标记.1 对象】，出现二级子菜单。在菜单中选择【隔离】，将标记.1 与原来的投影元素之间的关系隔离成为独立的元素。

单击【操作】工具栏内的图标，将刚才的草图向左平移再生成一个。单击图标后出现【平移定义】对话框，单击一点作为移动的参考起点，在草图工具 H 栏内填 -100mm，草图向左移动 100mm，单击 H 轴上的点，生成草图的移动。退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

（5）拉伸生成新零件实体

单击【基于草图的特征】工具栏中图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 30mm。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成滑块零件。

在左边的模型树中双击 Product1，直接从零件设计工作台进入装配设计工作台。

10.3　设置齿轮铰

本节将两个齿轮零件和轴之间先生成旋转铰，然后再共同生成齿轮铰，最终模拟齿轮铰的运动。

（1）进入模型运动模拟工作台

操作参见 1.3(1)。

（2）设置旋转铰

单击【DMU 运动机构】工具栏内的旋转接合图标，出现【创建接合:旋转】对话框。单击对话框内的【新机械装置】按钮，出现【创建机械装置】对话框。按照对话框内的机构名称【机械装置.1】，单击对话框内的【确定】按钮，生成新的运动机构。同时【创建机械装置】构对话框关闭，回到【创建接合:旋转】对话框。

在轴零件中选择轴的中心线；在齿轮零件中选择齿轮的中心线；在轴零件中选择端面，在齿轮零件中选择对应的端面。在【创建接合:旋转】对话框内选中【居中】选项，然后选择轴和齿轮另外一侧对应的端面，对话框根据选择的内容更新。单击对话框内的【确定】按钮生成旋转铰，零件按铰接配合在一起，同时在左边的模型树中出现机构名称和铰的名称。

（3）设置齿轮铰

单击【DMU 运动机构】工具栏内的齿轮接合图标，要单击这个图标，需要先单击旋转接合图标右下方的箭头，出现所有铰定义图标。单击图标后，出现【创建接合:齿轮】对话框，如图 10-3 所示。先在模型树上选择上一步骤生成的旋转铰，然后在【创建接合:齿轮】对话框单击【创建】按钮，出现【创建接合:旋转】对话框。在轴零件中选择轴的中心线；在齿轮零件中选择齿轮的中心线；在轴零件中选择端面；在齿轮零件中选择对应的端面。在【创建接合:旋转】对话框内选中【居中】选项，然后选择轴和齿轮另外一侧对应的端面。对话框根据选择的内容更新。单击对话框内的【确定】按钮生成旋转铰，零件按铰接配合在一起，同时在左边的模型树中出现机构名称和铰的名称。重新回到【创建接合:齿轮】对话框。

在【创建接合:齿轮】对话框【比率】设置 1。单击选中【旋转接合 1 的驱动角度】。单击对话框内的【确定】按钮生成齿轮铰，零件按铰接配合在一起，同时在左边的模型树中出现机构名称和铰的名称。

（4）定义固定零件

单击【DMU 运动机构】工具栏内的图标，单击后出现【新固定零件】对话框。在图形



图 10-3 【创建接合:齿轮】对话框

区单击选择轴零件，出现一个消息框，提示现在设置的机构可以被模拟。单击消息框内的【确定】按钮，关闭消息框。

（5）模拟齿轮铰运动

单击【DMU 运动机构】工具栏内的使用命令进行模拟图标，出现【运动模拟－机械装置.1】对话框。在对话框内拖动滑标，改变角度范围。单击对话框内的【向前】按钮，齿轮传动开始模拟，两个齿轮同时转动。

单击运动模拟对话框内的【重置】按钮，使轴复位到原点。单击运动模拟对话框内的【关闭】按钮，将对话框关闭。保存该装配部件。

总结：

本章包含三个零件：两个齿轮零件，一个轴零件。齿轮铰是一个复合铰，必须先设置两个旋转铰。细心的读者可能会发现，本章设置的齿轮铰有些问题，虽然轴是固定不动的，但齿轮铰转动时，齿轮会和轴上的键发生干涉。更准确的设置是轴和齿轮为刚性铰，而轴再单独和一个轴承或者轴承套设置为旋转铰。本章以学习齿轮铰为目标，没有进行那么复杂的设计。

第 11 章　齿轮、齿条传动

本章学习设置齿轮齿条铰。它包括三个零件：齿条、齿轮、固定支架，其中固定支架是一个零件中包含两根轴。

11.1　齿条

本章设计齿条零件，它由一个长方体和一个圆柱体组成。

（1）进入零件设计工作台

操作参见 1.1(1)。

（2）绘制矩形草图

选中左边模型树中【xy 平面】。进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的图标，绘制一个矩形。单击【约束】工具栏内的图标，标注并调整矩形的形状尺寸，矩形的长为 40mm，高为 20mm，水平线到 H 轴的距离为 20mm，如图 11-1 所示。

单击【工作台】工具栏中的图标，重新进入【零件设计】工作台。

（3）拉伸生成实体

单击【基于草图的特征】工具栏中图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 100mm。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成滑块零件。

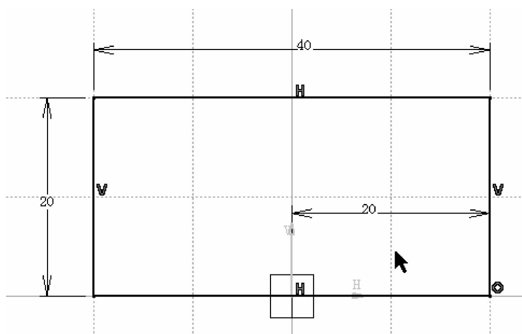


图 11-1　矩形草图

（4）绘制圆形草图

在图形区选中桌面的表面。进入【草图编辑器】工作台。

在【草图编辑器】工作台，单击【轮廓】工具栏内的图标绘制圆。单击【约束】工具栏内的图标，标注并调整圆的半径尺寸为 7mm，如图 11-2 所示。单击【轮廓】工具栏内的图标，绘制一个折线形状，折线的起点和终点均在圆，如图 11-2 所示。单击【约束】工具栏内的图标，标注并调整水平线与圆心的距离为 8mm，水平线半长为 1mm，如

图 11-2 所示。单击【操作】工具栏内的图标，将折线下面的圆弧部分删除。

退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

（5）拉伸生成实体

单击【基于草图的特征】工具栏中图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 100mm。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成零件。

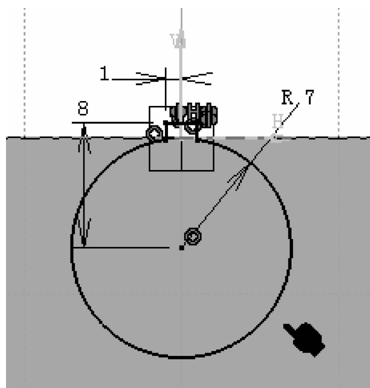


图 11-2 圆弧与多边形组成的草图

11.2 齿轮

本节生成齿轮零件，它是一个空心圆柱体，为了节省篇幅，在齿轮的表面并没有生成齿的形状（读者如果对生成齿的形状感兴趣，请参考编者的另外一本图书《CATIA 三维机械设计实例》，或者直接和编者联系）。

（1）绘制同心圆草图

进入【零件设计】工作台。选中左边模型树中【xy 平面】。进入【草图编辑器】工作台。

在【草图编辑器】工作台，单击【轮廓】工具栏内的图标绘制两个同心圆。单击【约束】工具栏内的图标，标注并调整外圆的直径尺寸为 24mm，内圆的直径为 12mm。退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

（2）拉伸生成圆柱体

单击【基于草图的特征】工具栏中图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 20mm。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成滑块零件。

11.3 固定支架

本节生成的固定支架，包含两个部分，分别对齿轮和齿条零件进行固定支承。

（1）进入装配设计工作台

操作参见 1.2（1）。

（2）零件导入装配图

单击上面菜单中的【窗口】，在出现的下拉菜单中选择【水平平铺】。选择后，在图形区装配零件和 1.1 节设计的齿轮水平平铺，同时显示出来。在零件的模型树上，单击选中零件齿轮，将鼠标拖动到装配图的模型树，放在零件 product.1 上松开，直接将零件导入到装配图中。用同样的方法将齿条零件导入装配图中。

（3）插入新零件到装配图

将齿轮零件关闭。单击上面菜单中的【插入】，在出现的下拉菜单中选择【新建零部件】。然后在左边的模型树中单击零件 product. 1，在装配图内插入一个新零件。单击零件 product. 1 后，出现一个【新部件:原点】对话框，提示如何定义新零件的原点。单击对话框内的【是】按钮，定义新零件的原点与组件的原点重合。在装配零件的模型树上出现一个新零件 Part1. 1。

（4）设计新零件草图

将左边模型树中 Part1 零件的元素展开，双击该零件，可以直接由装配设计工作台转到零件设计工作台。选中齿条零件的一个侧面作为参考平面。进入【草图编辑器】工作台。

单击【操作】工具栏内的图标，然后选择齿条的端面，将齿条的端面投影为一个圆弧和多边形组合的草图，如图 11-3 所示。单击【轮廓】工具栏内的图标绘制圆。单击【约束】工具栏内的图标，标注并调整圆的直径尺寸为 20mm，如图 11-3 所示。退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

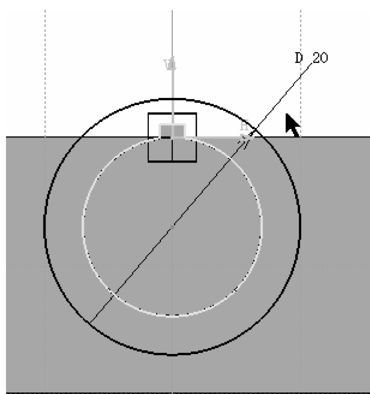


图 11-3　圆和投影组成的草图

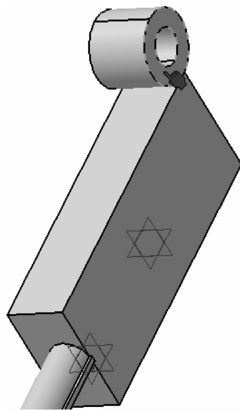
（5）拉伸生成实体

单击【基于草图的特征】工具栏中图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 100mm。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成支架零件。

（6）投影生成圆形草图

选中齿轮零件的一个侧面作为参考平面。进入【草图编辑器】工作台。

单击【操作】工具栏内的图标，然后选择齿轮的内孔，将齿轮的内孔投影为一个圆弧草图。退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。


图 11-4　选中齿轮零件的一个侧面作为参考平面

（7）拉伸生成第二个圆柱体

单击【基于草图的特征】工具栏中图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 20mm。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成支架零件。

11.4 设置齿轮、齿条铰

本节设置齿轮、齿条铰。这是一个复合铰，需要先设置旋转铰和棱镜铰，然后在这两个铰的基础上设置齿轮、齿条铰，最终对设置的铰进行运动模拟。

（1）进入模型运动模拟工作台

操作参见 1.3(1)。

（2）设置旋转铰

单击【DMU 运动机构】工具栏内的图标，出现【创建接合:旋转】对话框。单击对话框内的【新机械装置】按钮，出现【创建机械装置】对话框。按照对话框内的机构名称【机械装置.1】，单击对话框内的【确定】按钮，生成新的运动机构。同时【创建机械装置】对话框关闭，回到【创建接合:旋转】对话框。

在轴零件中选择轴的中心线；在支架零件中选择支架的中心线；在齿轮零件中选择齿轮的中心线；在支架零件中选择支架的端面；在齿轮零件中选择对应的端面。单击对话框内的【确定】按钮生成旋转铰，零件按铰接配合在一起，同时在左边的模型树中出现机构名称和铰的名称。

（3）设置棱镜铰

单击【DMU 运动机构】工具栏内的棱形接合图标，要单击这个图标，需要先单击旋转接合图标右下方的箭头，出现所有铰定义图标。单击图标后，出现【创建接合:棱形】对话框。

在齿条零件中选择表面的一个棱边，在支架零件中选择一条对应的棱边。由于支架和齿条装配在一起，这条棱边不容易选中，可以使用【视图】工具栏内的显示/隐藏图标，将齿条零件先隐藏起来，选择棱边后重新单击图标，再将齿条零件显示出来。在齿条零件中选择表面，在支架零件中选择内孔的表面。在【创建接合:棱形】对话框内选中【驱动长度】，单击对话框内的【确定】按钮生成棱镜铰，零件按铰接配合在一起，同时在左边的模型树中出现机构名称和铰的名称。

（4）设置齿轮齿条铰

单击【DMU 运动机构】工具栏内的架子接合图标，出现【创建接合:架子】对话框，如图 11-5 所示。在左边的模型树中分别选择【旋转接合.1】和【棱形接合.2】。

在【创建接合:架子】对话框内选中【棱形 1 的驱动长度】。单击对话框内的【确定】按钮生成棱镜铰，零件按铰接配合在一起，同时在左边的模型树中出现机构名称和铰的名称。

（5）定义固定零件

单击【DMU 运动机构】工具栏内的图标，出现【新固定零件】对话框。在图形区选择支架零件，出现一个消息框，提示现在设置的机构可以被模拟。单击消息框内的【确定】按钮，关闭消息框。

（6）模拟齿轮齿条铰



图 11-5　【创建接合:架子】对话框

单击【DMU 运动机构】工具栏内的使用命令进行模拟图标，出现【运动模拟 - 机械装置.1】对话框。在对话框内拖动滑标，改变距离范围。单击对话框内的【向前】按钮，齿轮齿条机构在支架上开始运动。

单击运动模拟对话框内的【重置】按钮，使滑块复位到原点。单击运动模拟对话框内的【关闭】按钮，将对话框关闭。保存该装配部件。

总结：

本章包含三个零件：齿轮零件、齿条零件和固定支架零件。齿轮齿条铰是一个复合铰，必须先设置一个旋转铰和一个棱镜铰。细心的读者可能会发现，本章设置的齿轮齿条铰有些问题。更准确的设置是两根轴，且两根轴之间设置为刚性铰。本章以学习齿轮齿条铰为目标，没有进行那么复杂的设计。

第 12 章　双 万 向 节

本章学习设置双万向节铰，它包括三个可以旋转的轴，即中间的一根轴在两端分别和两根轴用万向节联接起来。

12.1　主动轴

本节设计轴。三根轴的形状相同，因此可以设计一根轴，然后分别保存为三个名字。

（1）进入零件设计工作台

操作参见 1.1（1）。

（2）绘制圆形草图

选中左边模型树中【xy 平面】。进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的图标绘制圆。单击【约束】工具栏内的图标，标注并调整圆的直径尺寸为 100mm。退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

（3）拉伸生成圆柱体

单击【基于草图的特征】工具栏中图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 300mm。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成滑块零件。

（4）生成参考平面

单击【参考元素】工具栏中的图标，出现【平面定义】对话框。在左边的模型树上单击选择【zx 平面】作为基准面，在【平面定义】对话框内的【偏移】栏内填 50mm，单击对话框内的【预览】按钮，预览参考平面。单击对话框内的【确定】按钮，生成参考平面，同时在模型树上出现参考平面.1。

（5）绘制延长孔草图

选中左边模型树中平面。1，进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的延长孔图标，在 V 轴方向绘制一个长圆孔，如图 12-1 所示。

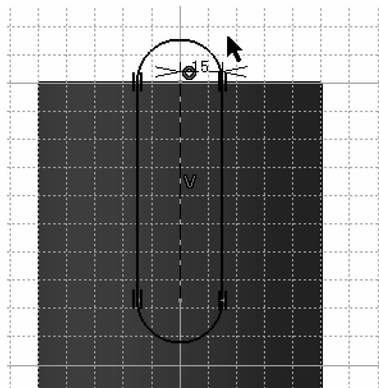


图 12-1　V 轴方向的长圆孔草图

单击【工作台】工具栏中的图标，重新进入【零件设计】工作台。

（6）对实体开键槽

单击【基于草图的特征】工具栏内的图标，出现【定义凹槽】对话框。在【类型】栏内选择【尺寸】，在【深度】栏内填 20mm，预览形成的槽。然后单击【确定】按钮，形成矩形槽。

（7）修改零件的名称

在左边的模型树选中零件 Part1。单击鼠标右键，出现下拉菜单选项。选择下拉菜单中的【属性】选项，出现【属性】对话框。单击对话框内的【产品】制表栏，在“零部件号”栏内填上零件的名称“主动轴”。单击对话框内的【确定】按钮，完成零件名称设置。左边模型树上零件的名称更改为主动轴。将该零件保存。

在左边的模型树中选择主动轴下面的【零部件几何体】。单击图形属性栏内的颜色栏，出现下拉的颜色栏。在颜色菜单中选择一种新的颜色，更改主动轴零件的颜色。

在左边的模型树选中零件主动轴。单击鼠标右键，出现下拉菜单选项。选择下拉菜单中的【属性】选项，出现【属性】对话框。单击对话框内的【产品】选项卡，在【零部件号】栏内填上零件的名称“从动轴”。单击对话框内的【确定】按钮，完成零件名称设置。左边模型树上零件的名称更改为从动轴。

将零件另存为另外一个名称。

在左边的模型树中选择从动轴下面的【零部件几何体】。单击图形属性栏内的颜色栏，出现下拉的颜色栏。在颜色菜单中选择一种新的颜色，更改从动轴零件的颜色。

在左边的模型树选中零件从动轴。单击鼠标右键，出现下拉菜单选项。选择下拉菜单中的【属性】选项，出现【属性】对话框。单击对话框内的【产品】选项卡，在【零部件号】栏内填上零件的名称“过度轴”。单击对话框内的【确定】按钮，完成零件名称设置。左边模型树上零件的名称更改为过度轴。

将零件另存为另外一个名称。

12.2　装配零件

本节在装配工作台内将三个轴零件装配起来，并用装配图的投影生成轴的固定支承件。

（1）进入【装配设计】工作台

操作参见 1.2(1)。

（2）零件导入装配图

将三个零件都导入装配工作台中，导入方法见前面各章，本章不再详细讲述。导入后的零件是重合在一起的。将光标移动到罗盘的原点，按下鼠标左键移动罗盘，将罗盘放在轴零件上。罗盘移动到轴零件后，因为三个轴是重合在一起的，不清楚罗盘是放在那一个零件上。在左边的模型树上选中主动轴。然后按下鼠标左键拖动罗盘，这时拖动的就是主动轴。用同样的方法再拖动从动轴，使三个轴完全分开，位于不同的位置。

（3）定义三个轴之间的位置关系

单击【约束】工具栏内的图标，单击后出现【约束属性】对话框。在图形区分别选择过渡轴的【yz 平面】和从动轴的【yz 平面】，在对话框的【偏移距离】栏内填写距离 0，单击对话框内的【确定】按钮，生成偏移距离约束。此时更新图标亮显，单击图标，过渡

轴和从动轴的位置重新摆放，两个零件的【yz 参考平面】距离为 0。

单击【约束】工具栏内的图标，出现【约束属性】对话框。在图形区分别选择主动轴的【xz 平面】和从动轴的【xz 平面】3。在对话框的 Offset 偏移距离栏内填写距离-100mm，单击对话框内的【确定】按钮，生成偏移距离约束。此时图标亮显，单击图标，主动轴和从动轴的位置重新摆放，两个零件的【xz 平面】距离为-100。

（4）装配图中插入新零件

单击上面菜单中的【插入】，在出现的下拉菜单中选择【新建零部件】。然后在左边的模型树中单击零件 product. 1。这样会在装配图内插入一个新零件。单击零件 product. 1 后，出现一个【新部件:原点】对话框，提示如何定义新零件的原点。单击对话框内的【是】按钮，定义新零件的原点与组件的原点重合。在装配零件的模型树上出现一个新零件 Part1. 1。

按下 <Ctrl> 键不松开，在左边的模型树上单击选中主动轴和过渡轴。单击【视图】工具栏内的显示/隐藏图标，将这两个零件隐藏起来。

（5）绘制圆草图

在左边的模型树上双击新插入的零件 Part. 1，从装配设计工作台直接进入零件设计工作台。

选中从动轴的端面作为参考平面。进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的图标绘制两个以原点为圆心的同心圆。单击【约束】工具栏内的图标，标注并调整内圆的直径尺寸为 100mm，外圆的直径尺寸为 150mm。

退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

（6）拉伸生成圆环

单击【基于草图的特征】工具栏中图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区内【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 30mm。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成滑块零件。

此时由于绘制的圆草图圆心不在原点，不容易保证圆草图和主动轴或者过渡轴同心。所以绘制完两个同心圆草图后，需要设置圆草图和主动轴同心。先按下 <Ctrl> 键，然后选中一个圆草图和主动轴的侧面轮廓，单击【约束】工具栏内的对话框中定义的约束图标，出现【约束定义】对话框，在对话框内将【同心】约束选中，单击对话框内的【确定】按钮，这样就约束草图和轴的中心重合。

用同样的方法在主动轴和过渡轴上也生成一个支撑件。所有 3 个轴的支撑都生成后，将所有零件都显示出来。

12. 3　设置双万向节铰

本节在三个轴之间定义双万向节铰。

（1）进入模型运动模拟工作台

操作参见 1.3(1)。

（2）定义双万向节铰

单击【DMU 运动机构】工具栏内的 CV 接合图标，要单击这个图标，需要先单击图标右下方的箭头，出现所有铰定义图标。单击图标后，出现【创建接合:CV 接合】对话框，如图 12-2 所示。单击对话框内的【新机械装置】按钮，出现【创建机械装置】对话框。按照对话框内的机构名称【机械装置.1】，单击对话框内的【确定】按钮，生成新的运动机构。同时【创建机械装置】对话框关闭，回到【创建接合:CV 接合】对话框。

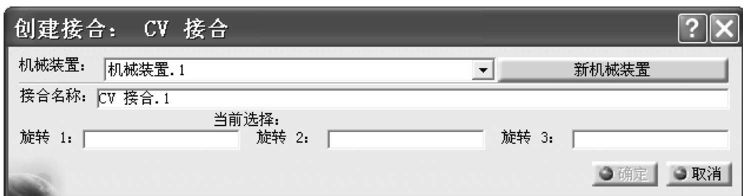


图 12-2　【创建接合:CV 接合】对话框

在从动轴零件中选择轴的中心线，再依次选择过度轴和主动轴的中心线。对话框内三个轴线栏内显示内容更新。单击对话框内的【确定】按钮，生成双万向节铰，同时在左边的模型树中出现机构名称和铰的名称。

总结：

本章包含 4 个零件：三根轴和一个固定支承零件。双万向节铰的定义并不复杂。本章更准确的设置应是 3 根轴之间设置为刚性铰，然后固定一根轴即可，读者可以自己练习这样设置一下。本章以学习双万向节铰为目标，所以没有进行那么复杂的设计。

第 13 章　坐标系定义铰

本章介绍坐标系定义铰，这样的铰可以说是自定义铰，用户可以自己选定铰的两个零件之间的约束关系，但在生成铰之前每个零件需要预先定义坐标系。

13.1　主动轴

本节先设计一根轴，然后在其基础上进行修改，生成第二根轴。

（1）进入零件设计工作台

操作参见 1.1（1）。

（2）绘制同心圆草图

选中左边模型树中【xy 平面】。进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的图标绘制两个以原点为圆心的同心圆。单击【约束】工具栏内的图标，标注并调整内圆的直径尺寸为 60mm，外圆的直径尺寸为 100mm。退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

（3）多草图拉伸生成两个圆柱体

单击【基于草图的特征】工具栏内的图标，出现【定义多凸台】对话框。单击第一个拉伸，在【长度】栏内填 50mm；单击第二个拉伸，在【长度】栏内填 100mm。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成主动轴零件。

（4）绘制矩形草图

选中主动轴的底面。进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的图标，在图形上端 V 轴的一侧划一条垂直线。单击【操作】工具栏内的图标，然后在图形中选中 V 轴，形成线段关于 V 轴的对称线。单击【轮廓】工具栏内的图标，将两条垂直线上下两端用水平线联接起来，如图 13-1 所示。退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

（5）实体端面开槽

单击【基于草图的特征】工具栏内的图标，出现【定义凹槽】对话框。在 Type 类型栏内选择 Dimension 实体，在 Depth 深度栏内填 20mm，预览形成的槽。单击 OK 按钮，形成矩形槽。

（6）实体表面生成点

单击【开始】→【机械设计】→【线框和曲面设计】，进入【线框和曲面设计】工作台。

单击【线框】工具栏内的图标，单击后出现【点定义】对话框。在对话框内填坐标值为(0,0,-10)，单击对话框内的【预览】按钮，图形区出现生成点的位置及坐标。

（7）生成自定义坐标系

单击【工具】工具栏内的轴系统图标，出现【轴系统定义】对话框，如图 13-2 所示。在对话框内单击【源】选项，然后在图形区选择生成的点.1。在对话框内单击选择【Y】轴，然后在选择与中心轴平行的一个棱边。单击对话框内的【确定】按钮，生成一个坐标系。

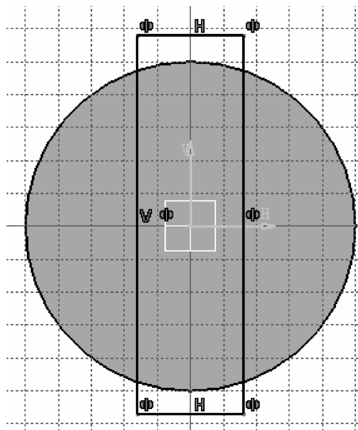


图 13-1　4 条线段组成的矩形草图



图 13-2　【轴系统定义】对话框

（8）修改零件名称

在左边的模型树选中零件 Part1。单击鼠标右键，出现下拉菜单选项。选择下拉菜单中的【属性】选项，出现【属性】对话框。单击对话框内的【产品】选项卡，在【零部件号】栏内填上零件的名称“主动轴”。单击对话框内的【确定】按钮，完成零件名称设置，左边模型树上零件的名称更改为主动轴。将该零件保存。

继续修改零件的名称。在左边的模型树选中零件主动轴。单击鼠标右键，出现下拉菜单选项。选择下拉菜单中的【属性】选项，出现【属性】对话框。单击对话框内的【产品】选项卡，在【零部件号】栏内填上零件的名称“从动轴”。单击对话框内的【确定】按钮，完成零件名称设置，左边模型树上零件的名称更改为从动轴。

将文件另存为其他的文件名。

在左边的模型树上双击开槽腔.1，出现【定义凹槽】对话框，在【类型】栏内显示的是【尺寸】，在【深度】栏内显示的是 20mm，不改变这些参数，单击对话框内的【反转边】按钮，从草图的外侧对轴进行开槽，预览形成的槽。然后单击【确定】按钮，形成开槽。保存该零件。

13.2　装配零件

本节在装配工作台装配两个轴零件。

（1）进入装配设计工作台

操作参见 1.2(1)。

(2) 零件导入装配图

将两个零件都导入装配工作台中，导入方法见前面各章。导入后的零件是重合在一起的。将光标移动到罗盘的原点，按下鼠标左键移动罗盘放在轴零件上。因为两个轴是重合在一起的，不清楚罗盘是放在那一个零件上。可以在左边的模型树上选中主动轴，然后按下鼠标左键拖动罗盘，这样拖动的就是主动轴。使两个轴完全分开位于不同的位置。

13.3 设计坐标定义铰

本节利用两个轴的坐标系，生成坐标定义铰。

(1) 进入模型运动模拟工作台

操作参见 1.3(1)。

(2) 生成坐标系定义铰

单击【DMU 运动机构】工具栏内的图标，要单击这个图标，需要先单击图标右下方的箭头，出现所有铰定义图标。单击图标后，出现【创建基于轴的接合】对话框，如图 13-3 所示。单击对话框内的【新机械装置】按钮，出现【创建机械装置】对话框。按照对话框内的机构名称【机械装置.1】，单击对话框内的确定按钮，生成新的运动机构，同时【创建机械装置】对话框关闭，回到【创建基于轴的接合】对话框。

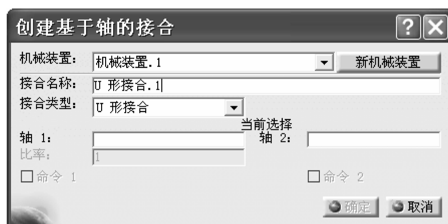


图 13-3 【创建基于轴的接合】对话框

在创建机械【创建基于轴的接合】对话框内【接合类型】栏内单击下拉箭头，选择【U 形接合】。在图形区分别选择主动轴和从动轴上的坐标系。对话框内的【轴 1】和【轴 2】栏内显示所选择的坐标系。单击对话框内的【确定】按钮，生成万向节铰，两个轴的位置发生变化，以万向节铰配合在一起，同时在左边的模型树中出现机构名称和铰的名称。

总结:

本章生成的坐标系定义铰包含两个零件，两个零件中都预先定义了坐标系。本章在零件设计中也有新内容，局部坐标系的定义以前未讲过。利用草图开槽命令，可以通过“反转边”命令，在相反侧形成开槽，与原来的零件形成完全不同的开槽形式。

第 14 章　点——线铰

本章定义的是一个点在曲线上运动。本章例题中点位于一个曲面上，而曲线是一条由通过几个点的样条曲线形成的。

14.1　生成曲线

本节通过三个点生成一条样条曲线。

（1）进入线框和曲面设计工作台

单击【开始】→【机械设计】→【线框和曲面设计】，进入【线框和曲面设计】工作台。

（2）生成三个点

单击【线框】工具栏内的图标，出现【点定义】对话框。在对话框内填坐标值为(0,0,0)，单击对话框内的【预览】按钮，图形区出现生成点的位置及坐标。用同样的方法再生成另外两个点，其坐标分别是(110,0,0)，(200,200,0)。

（3）生成样条曲线

单击【线框】工具栏内的样条曲线图标，出现【样条线】定义对话框，在图形区依次单击三个点，生成一条曲线。单击对话框内的确定按钮，生成曲线。

（4）修改零件名称

在左边的模型树选中零件 Part1。单击鼠标右键，出现下拉菜单选项。选择下拉菜单中的【属性】选项，出现【属性】对话框。单击对话框内的【产品】选项卡，在【零部件号】栏内填上零件的名称“曲线”。单击对话框内的【确定】按钮，完成零件名称设置，左边模型树上零件的名称更改为曲线。将该零件保存。

14.2　椭球体零件

本节生成 4 个点，然后通过这 4 个点生成一条样条曲线，对样条曲线旋转，生成一个曲面。

（1）进入线框和曲面设计工作台

单击【开始】→【机械设计】→【线框和曲面设计】，进入【线框和曲面设计】工作台。

（2）生成 4 个点

单击【线框】工具栏内的图标，出现【点定义】对话框，在对话框内填坐标值为(0,0,0)，在(0,0,0)位置生成一个点。用同样的方法在(10,10,0)，(10,20,10)，(10,20,20)位置生成另外 3 个点。

（3）生成样条曲线

单击【线框】工具栏内的图标，出现【样条线定义】对话框，然后在图形区依次单击 4 个点，生成一条曲线。单击对话框内的确定按钮，生成曲线。

单击【线框】工具栏内的图标，出现【直线定义】对话框，在图形选择第一个点和第四个点。单击对话框内的确定按钮，生成一条直线。

（4）旋转生成曲面

单击【曲面】对话框内的旋转图标，出现【旋转曲面定义】对话框，在图形区选择样条曲线作为轮廓线，选择直线作为旋转轴。预览形成的旋转曲面，然后单击【确定】按钮，形成旋转曲面。

14.3 装配零件

本节将曲面和样条曲线零件导入到装配图中。

（1）进入装配设计工作台

操作参见 1.2(1)。

（2）零件导入装配图中

将两个零件都导入装配工作台中，模型树中显示两个零件的名称。双击装配图的名称“Product1”，使零件处于装配工作台。

（3）进入模型运动模拟工作台

操作参见 1.3(1)。

（4）生成点——线铰

单击【DMU 运动机构】工具栏内的点曲线接合图标，要单击这个图标，需要先单击图标右下方的箭头，出现所有铰定义图标。单击图标后，出现【创建接合:点曲线】对话框，如图 14-1 所示。单击对话框内的【新机械装置】按钮，出现【创建机械装置】对话框。按照对话框内的机构名称【机械装置.1】，单击对话框内的【确定】按钮，生成新的运动机构，同时【创建机械装置】对话框关闭，回到【创建接合:点曲线】对话框。

选择曲线零件作为点——曲线接合中的【曲线 1】，选择椭球体原点的点 1 作为点——曲线铰中【点 1】。在【创建接合:点曲线】对话框内选中【驱动长度】。单击对话框内的【确定】按钮，生成点——曲线铰，同时在左边的模型树中出现机构名称和铰的名称。



图 14-1 【创建接合:点曲线】对话框

（5）定义固定零件

单击【DMU 运动机构】工具栏内的图标，出现【新固定零件】对话框。在图形区选择曲线零件，出现一个消息框，提示现在设置的机构可以被模拟。单击消息框内的【确定】按钮，关闭消息框。

总结：

本章生成的点——曲线铰包含两个零件，定义过程并不复杂。本章在零件设计中也有新内容：定义通过几个点的样条曲线，通过旋转方法生成曲面，这些均是在线框和曲面工作台完成的，不同于前面讲述的零件设计方法。

第 15 章　滑动曲线铰

本章学习定义滑动曲线铰。它主要包含两个零件，一个是平板，一个是球体。球体在平板上滑动，滑动曲线是球体表面的一条轮廓曲线。滑动曲线铰约束运动件只能沿某一曲线在接触的另一个零件上滑动。

15.1　折线

本节生成一条折线，折线由两段线段组成。

（1）进入零件设计工作台

操作参见 1.1(1)。

（2）绘制折线草图

选中左边模型树中【xy 平面】。进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的图标，绘制一个折线形状，水平边与 H 轴重合，如图 15-1 所示。单击工具栏中【约束】工具栏内的图标，标注并调整中间一段水平线长度为 30mm。标注并调整垂直线的长度为 40mm，垂直线与 V 轴的距离为 100mm。

单击【工作台】工具栏中的图标，重新进入【零件设计】工作台。将该零件保存。

15.2　旋转球

本节通过圆弧轮廓线旋转生成一个球体零件。

（1）绘制圆弧草图

单击【开始】→【机械设计】→【零件设计】，进入【零件设计】工作台。选中左边模型树中【xy 平面】。进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的图标，在 V 轴上单击一点作为圆心，圆弧本身经过原点，如图 15-2 所示。单击【轮廓】工具栏内的图标，在图形上端 V 轴下端绘制一条垂直线（见图 15-2）。退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

（2）投影生成第二个圆弧草图

选中左边模型树中【xy 平面】。进入【草图编辑器】工作台。

单击【操作】工具栏内的图标，然后选择圆弧草图，投影生成一个新圆弧。单击【轮廓】工具栏内的轴线图标，通过圆弧的中心绘制一条水平轴线。单击【操作】工具栏

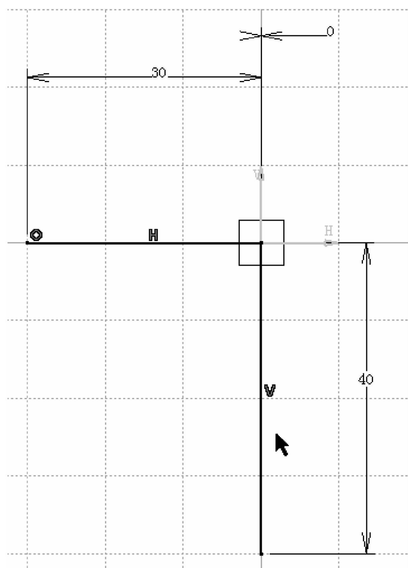


图 15-1 折线及其尺寸约束

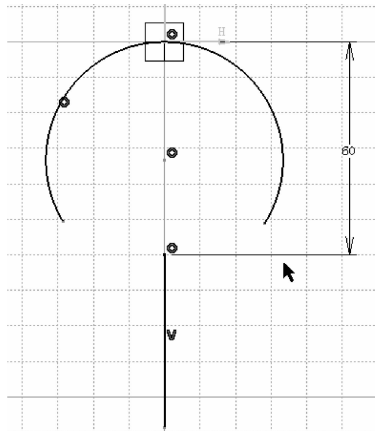


图 15-2 圆弧和垂直线草图

内的修剪图标，修剪圆弧与轴线交叉的位置，保留轴线上面的圆弧部分。退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

（3）旋转生成曲面

单击【基于草图的特征】工具栏内的图标，出现【定义旋转体】对话框，同时草图曲线也变成出现相应的虚线，这就是按默认对话框内的数据形成的旋转体。单击对话框内的【确定】按钮，形成旋转体。

15.3 长方体台面

本节通过拉伸矩形草图，生成一个长方体台面，并在零件上生成两条线段，为后面定义滑动曲线铰提供辅助线段。

（1）绘制矩形草图

单击【开始】→【机械设计】→【零件设计】，进入零件设计工作台。选中左边模型树中【xy 平面】。进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的图标，绘制一个矩形。单击【约束】工具栏内的图标，标注并调整矩形的形状尺寸，长为 100mm，高为 60mm，水平线到 H 轴的距离为 30mm，垂直线到 V 轴的距离为 50mm。退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

（2）拉伸生成平板

单击【基于草图的特征】工具栏中图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 20mm。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成滑块零件。

（3） 生成点

单击【开始】→【机械设计】→【框和曲面设计】，进入【线框和曲面设计】工作台。

单击【线框】工具栏内的图标 ，出现【点定义】对话框。在【点类型】内选择 On curve 在曲线上，在 ratio 比例栏内填0.5，在图形区选择长方体的一条棱边。单击对话框内的确定按钮，在棱边上生成一个点。用同样的方法在相对的棱边上在生成一个点。

（4） 生成线段

单击【轮廓】工具栏内的图标 ，出现【直线定义】对话框，在图形区选择第一个点和第二个点。单击对话框内的【确定】按钮，生成一条直线。

（5） 生成第二个参考点

单击【线框】工具栏内的图标 ，出现【点定义】对话框。在【点类型】内选择【坐标】，单击【参考】栏，然后在图形上选择第一个生成的点。在对话框内填坐标(50,0,100)单击对话框内的【确定】按钮，在空间生成一个点。

（6） 生成第二条线段

单击【线框】工具栏内的图标 ，出现【直线定义】对话框。在对话框内【直线类型】栏内选择【点-方向】类型，在图形区选择生成的第三个点，在图形区选择生成第一个点的棱边作为直线的方向，在对话框的【开始】栏内填0，在【结束】栏内填40mm，在【长度类型】选项内选择【长度】。单击对话框内的【预览】按钮，预览生成的线段。单击对话框内的【确定】按钮，生成一条线段。

15.4 装配零件

（1） 进入装配设计工作台

操作参见1.2(1)。

（2） 零件导入装配图

将3个零件都导入装配工作台中，模型树中显示3个零件的名称。双击装配图 Product1。

15.5 设计滑动曲线铰

为了模拟铰的运动，在定义滑动曲线铰之后，又继续定义了旋转铰和棱镜铰，最后定义了固定零件，这样整个运动机构就可以进行模拟了。

（1） 进入模型运动模拟工作台

操作参见1.3(1)。

（2） 设置滑动曲线铰

单击【DMU 运动机构】工具栏内的滑动曲线接合图标 ，要单击这个图标，需要先单击 图标右下方的箭头，出现所有铰定义图标。单击图标 后，出现【创建接合:滑动

曲线】对话框，如图 15-3 所示。单击对话框内的【新机械装置】按钮，出现【创建机械装置】对话框。按照对话框内的机构名称【机械装置 . 1】，单击对话框内的【确定】按钮，生成新的运动机构，同时【创建机械装置】对话框关闭，回到【创建接合:滑动曲线】对话框。



图 15-3　【创建接合:滑动曲线】对话框

选择台面零件中的直线作为【曲线 1】，如图 15-4 所示。选择椭球体的圆弧曲线作为【曲线 2】，如图 15-5 所示。【创建接合:滑动曲线】对话框内更新了选项内容。

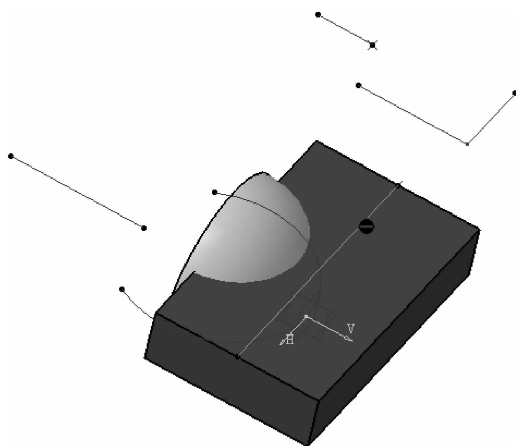


图 15-4　选择台面零件中的直线作为第一条曲线

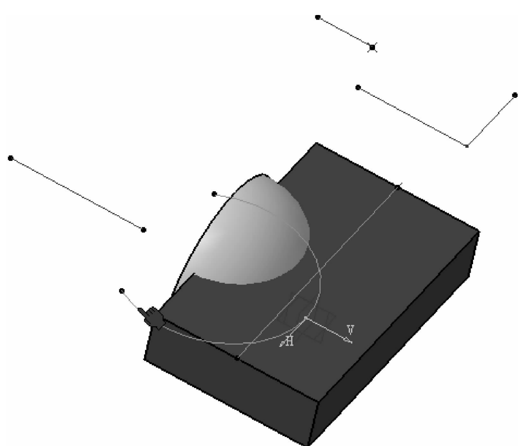


图 15-5　选择椭球体的圆弧曲线作为第二条曲线

（3）设置旋转铰

单击【DMU 运动机构】工具栏内的图标，出现【创建接合:旋转】对话框。在图形区分别选择两条水平线段作为【直线 1】和【直线 2】。在左边的模型树上分别选择两条线段所在零件的 xy 平面。在【创建接合:旋转】对话框内选中【驱动角度】。单击对话框内的【确定】按钮，生成旋转铰。

（4）设置棱镜铰

单击【DMU 运动机构】工具栏内的棱形接合图标后，出现【创建接合:棱形】对话框，如图 15-6 所示。在图形区分别选择两条垂直线段作为【直线 1】和【直线 2】。在左边的模型树上分别选择两条线段所在零件的【xy 平面】。单击对话框内的【确定】按钮，生成棱镜铰。



图 15-6　【创建接合:棱形】对话框

（5）定义固定零件

单击【DMU 运动机构】工具栏内的图标，出现【新固定零件】对话框。在图形区选择台面零件，出现一个消息框，提示现在设置的机构可以被模拟。单击消息框内的【确定】按钮，关闭消息框。

（6）模拟滑动曲线铰

单击【DMU 运动机构】工具栏内的使用命令进行模拟图标，出现【运动模拟-机械装置 . 1】对话框。在对话框内拖动滑标，改变角度范围。单击对话框内的【向前】按钮，圆球在台面上开始运动。图 15-7 所示为已生成所有铰的名称。

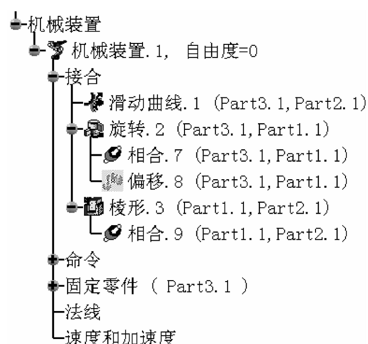


图 15-7　生成的所有铰的名称

单击运动模拟对话框内的【重置】按钮，使滑块复位到原点。单击运动模拟对话框内的【关闭】按钮，将对话框关闭。保存该装配部件。

总结：

本章是第一次模拟包含多个铰的运动机构，涉及到的零件只有两个实体零件。定义滑动曲线铰本身不复杂，但因为涉及到其他两个铰以及零件之间的运动关系，相对位置关系容易搞混。因此，要完成本章最后的运动模拟任务并不轻松。读者如果最后也不能定义好铰并进行模拟，请参照本书所附光盘中的文件进行学习。

第 16 章　滚动曲线铰

本章学习滚动曲线铰，它约束零件沿着曲线滚动。设计的零件有轴承的外环、滚子、内环，模拟轴承滚子在轴承外环的内表面运动。

16.1　轴承滚子

本节通过拉伸圆形草图生成轴承滚子一半，通过对称生成整个滚子。

（1）进入零件设计工作台

操作参见 1.1(1)。

（2）绘制圆形草图

选中左边模型树中【xy 平面】。进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的图标绘制圆。单击【约束】工具栏内的图标，标注并调整圆的直径尺寸为 30mm，圆心到原点的距离为 80mm。退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

（3）拉伸生成圆柱体

单击【基于草图的特征】工具栏中图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 21mm。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成滑块零件。

（4）棱边导角

单击【修饰特征】工具栏中倒角图标，出现【定义倒角】对话框。在【长度 1】栏内填 2mm，在【角度】栏内填 82mm，在图形区选择轴承滚子端面的棱边。

（5）圆柱端面开孔

单击【基于草图的特征】工具栏中图标，出现【定义孔】对话框。选择【盲孔】，在【直径】栏内填 5mm，在【深度】栏内填 2mm。单击对话框内的【预览】按钮，预览图形区显示生成的开孔。单击对话框内的【确定】按钮，生成开孔。

（6）环形排列开孔

在模型树中选中开孔。在【变换特征】工具栏内单击圆形阵列图标，出现【定义圆形阵列】对话框。在第一个选项【参数】内选择【完整径向】；在第二个选项【实例】中填上要形成的间距个数 2。然后在图形区选择滚子的圆弧侧面。单击【预览】按钮，看形成的图(图 16-1)是否符合要求。

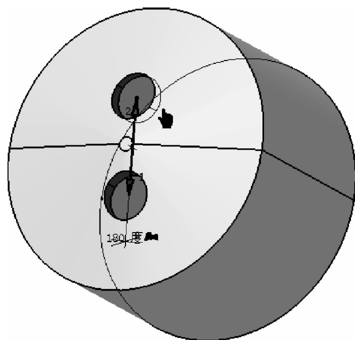


图 16-1　预览开孔排列

（7）对称生成另一半实体

单击【变换特征】工具栏中图标，出现【定义镜像】对话框。在左边的模型树上选择实体的底面作为镜像平面，图形区显示镜像生成的实体，单击对话框内的【确定】按钮，生成对称实体。将该零件保存。

16.2 内环

本节通过对多边形草图进行旋转，生成轴承的内环，并在内环表面生成一个参考圆形草图。

（1）绘制多边形草图

进入 CATIA 软件的界面后，单击【开始】→【机械设计】→【零件设计】，进入零件设计工作台。选中左边模型树中【xy 平面】。进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的图标，绘制一条多边形轮廓。单击【操作】工具栏内的导角图标，生成两个圆弧导角。单击【操作】工具栏内的导棱图标，生成两个圆弧导棱。单击工具栏中【约束】工具栏内的图标，标注并调整多边形各尺寸，如图 16-2 所示。

退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

（2）旋转生成圆环实体

单击【基于草图的特征】工具栏内的图标，出现【定义旋转体】对话框，同时草图曲线也变成出现相应的虚线，这就是按默认的对话框内数据形成的旋转体。单击对话框内的【确定】按钮，形成旋转体。

（3）圆环端面开孔

单击【基于草图的特征】工具栏中图标，出现【定义孔】对话框。选择【盲孔】，在【直径】栏内填 10mm，在【深度】栏内填 60mm。单击对话框内的【预览】按钮，预览图形区显示生成的开孔。单击对话框内的【确定】按钮，生成开孔。

（4）绘制圆形草图

选中左边模型树中【zx 平面】。进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的图标绘制圆。单击【约束】工具栏内的图标，标

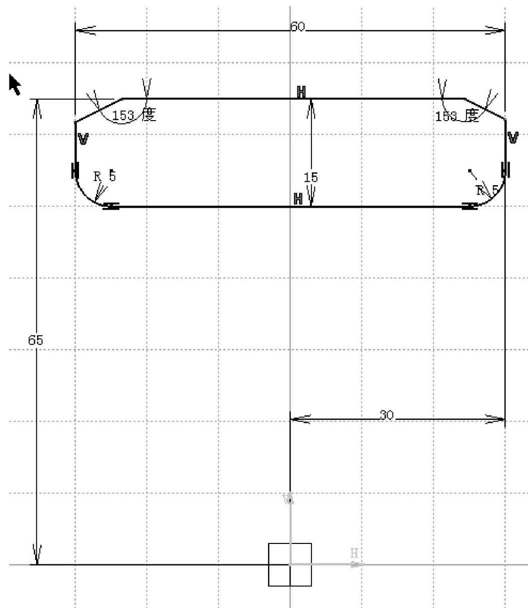


图 16-2　多边形草图

注并调整圆的直径尺寸为 130mm。退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

（5）生成参考点

单击【开始】→【机械设计】→【线框和曲面设计】，进入【线框和曲面设计】工作台。

单击【线框】工具栏内的图标，出现【点定义】对话框。在对话框内填坐标值为(0,0,0)，单击对话框内的【预览】按钮，图形区出现生成点的位置及坐标。单击对话框内的【确定】按钮，生成一个点。

单击【线框】工具栏内的图标，出现【直线定义】对话框，在【线段类型】栏内选择【曲线的切线】，在图形区单击选择旋转体的轴线作为方向线，在对话框的【开始】栏内填 0，在【结束】栏内填 40mm。在图形选择第一个点。单击对话框内的【预览】按钮，预览生成的线段。单击对话框内的【确定】按钮，生成一条线段。

16.3　外环

本节通过对多边形草图进行旋转生成一个外环零件，并在零件的内表面生成一个圆形参考图。

（1）进入【零件设计】工作台

进入 CATIA 软件的界面后，单击【开始】→【机械设计】→【零件设计】，进入零件设计工作台。

（2）绘制多边形草图

选中左边模型树中【xy plane 平面】。进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的图标，绘制一条多边形轮廓。单击【操作】工具栏内的图标，生成两个圆弧导角。单击工具栏中【约束】工具栏内的图标，标注并调整多边形的各尺寸，如图 16-3 所示。

（3）旋转生成圆环

单击【基于草图的特征】工具栏内的图标，出现【定义旋转体】对话框，同时草图曲线也变成出现相应的虚线，这就是按对话框内数据形成的旋转体。单击对话框内的【确定】按钮，形成旋转体。

（4）绘制圆形草图

选中左边模型树中【yz 平面】。进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的图标

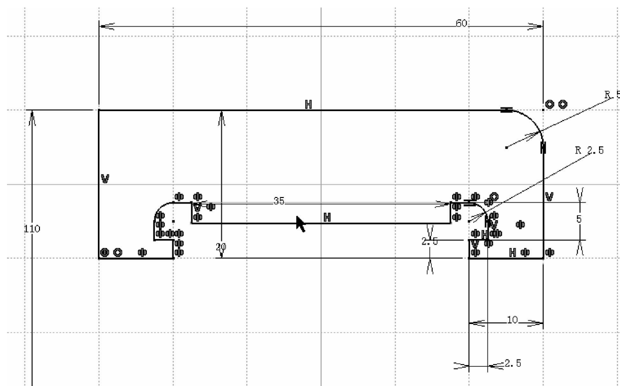


图 16-3　多边形草图

绘制圆。单击【约束】工具栏内的图标，标注并调整圆的直径尺寸为 190mm。退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

（5）生成参考点

单击【线框】工具栏内的图标，出现【点定义】对话框。在【点类型】栏内选择【平面上】，在左边的模型树上选择【zx 平面】，在对话框内填坐标值为（0,0），单击对话框内的【预览】按钮，图形区出现生成点的位置及坐标。单击对话框内的【确定】按钮，生成一个点。

（6）生成线段

单击【线框】工具栏内的图标，出现【直线定义】对话框，在【线段类型】栏内选择【曲面的法线】，在模型树上选择【zx 平面】，图形区选择第一个点，在对话框的【开始】栏内填 0，在【结束】栏内填 20mm。单击对话框内的【预览】按钮，预览生成的线段。单击对话框内的【确定】按钮，生成一条线段。

16.4 装配零件

单击 CATIA 界面上面的【开始】→【机械设计】→【装配设计】，进入【装配设计】工作台。将 3 个零件都导入装配工作台中，左边的模型树显示 3 个零件的名称。双击装配图的名称“Product1”。

16.5 设计滚动曲线铰

本节定义滚动曲线铰，然后定义一个旋转铰，最后定义固定零件，并对定义的机构进行运动模拟。

（1）进入模型运动模拟工作台

操作参见 1.3（1）。

（2）定义滚动曲线铰

单击【DMU 运动机构】工具栏内的滚动曲线接合图标，要单击这个图标，需要先单击图标右下方的箭头，出现所有铰定义图标。单击图标后，出现【创建接合:滚动曲线】对话框，如图 16-4 所示。单击对话框内的【新机械装置】按钮，出现【创建机械装置】对话框。按照对话框内的机构名称【机械装置.1】，单击对话框内的【确定】按钮，生成新的运动机构，同时【创建机械装置】对话框关闭，回到【创建接合:滚动曲线】对话框。



图 16-4 【创建接合:滚动曲线】对话框

选择内环零件中的圆弧草图作为【曲线 1】；选择滚子零件中的圆弧草图作为【曲线 2】。在【创建接合:滚动曲线】对话框内，更新了选项内容。单击对话框内的【确定】按钮，生成滚

动曲线铰，同时在左边的模型树中出现机构名称和铰的名称。

单击【DMU 运动机构】工具栏内的图标，出现【创建接合:滚动曲线】对话框，如图 16-4 所示。在图形区分别选择外环和滚子的圆弧曲线草图作为【曲线 1】和【曲线 2】。单击对话框内的【确定】按钮，生成滚动曲线铰。

（3）生成旋转铰

单击【DMU 运动机构】工具栏内的旋转铰图标，出现【创建接合:旋转】对话框。在图形区分别选择内环和外环零件的轴线水平线段作为【直线 1】和【直线 2】。在左边的模型树上分别选择两条线段所在零件的【zx 平面】。在【创建接合:旋转】对话框内选中【驱动角度】。单击对话框内的【确定】按钮，生成旋转铰。

（4）定义固定零件

单击【DMU 运动机构】工具栏内的图标，出现【新固定零件】对话框。在图形区单击选择内环零件，出现一个消息框，提示现在设置的机构可以被模拟。单击消息框内的【确定】按钮，关闭消息框。

（5）模拟滚动曲线铰

单击【DMU 运动机构】工具栏内的图标，出现【运动模拟 - 机械装置.1】对话框。在对话框内拖动滑标，改变角度范围。单击对话框内的【向前】按钮，滚子在内外环之间开始运动，同时外环转动。

单击运动模拟对话框内的【重置】按钮，使滑块复位到原点。单击运动模拟对话框内的【关闭】按钮，将对话框关闭。保存该装配部件。

总结:

本章模拟包含两个铰的运动机构，涉及到的零件有 3 个实体零件。定义滚动曲线铰本身不复杂，但因为涉及到其他铰和零件之间的运动关系，相对位置关系容易搞混。但本章模拟的运动关系是通常见到的轴承滚子运动，应该很容易理解接受。

第 17 章　点 曲 面 铰

本章讲述点曲面铰，它约束零件上的一个点在曲面上运动。本章包含两个零件，一个是笔，一个是曲面，定义的点曲面铰是约束笔尖的点在定义的曲面上运动。

17.1　生成曲面

本节在线框和曲面设计工作台生成一个多截面曲面。要定义多个参考平面，并且要定义多个草图曲线。

（1）进入线框和曲面设计工作台

单击【开始】→【机械设计】→【线框和曲面设计】，进入【线框和曲面设计】工作台。

（2）定义参考平面

单击【参考】工具栏内的平面图标，出现【平面定义】对话框。在左边的模型树上选择【yz 平面】，在【偏移】栏内填 10mm，选中对话框内的【确定后重复对象】，单击对话框内的【预览】按钮，预览生成的参考平面。单击对话框内的【确定】按钮，生成一个参考平面。单击【确定】按钮后，出现【对象复制】对话框，在对话框内填入重复次数 4。单击对话框内的【确定】按钮，连续生成 4 个参考平面。

用同样的方法在相反的方向产生 4 个参考平面。

（3）生成参考点

单击【线框】工具栏内的点图标，出现【点定义】对话框。在【点类型】内选择在【平面上】，单击【参考】栏后在图形上选择【平面 . 5】。在对话框内填入坐标（ –50,0），单击对话框内的【确定】按钮，在空间生成一个点。

用同样的方法生成其他三个对称的点，如图 17-1 所示。

（4）生成样条曲线草图

选中图形区的【参考平面 . 9】，如图 17-2 所示。进入【草图编辑器】工作台。

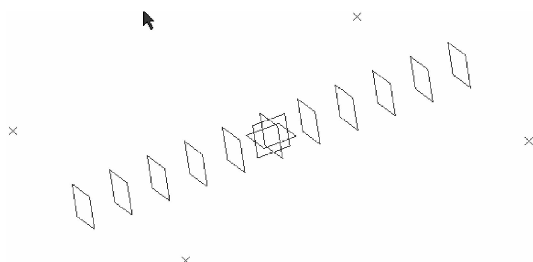


图 17-1　4 个对称的点

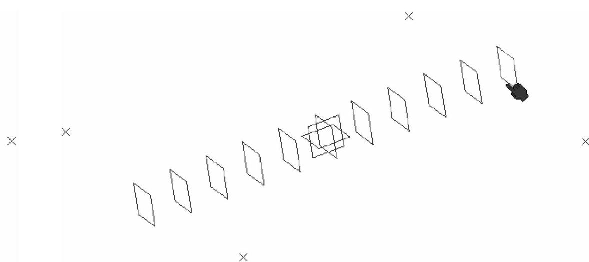


图 17-2　选中图形区的参考平面 . 9

单击【线框】工具栏内的样条线图标，绘制一条曲线草图，如图 17-3 所示。退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

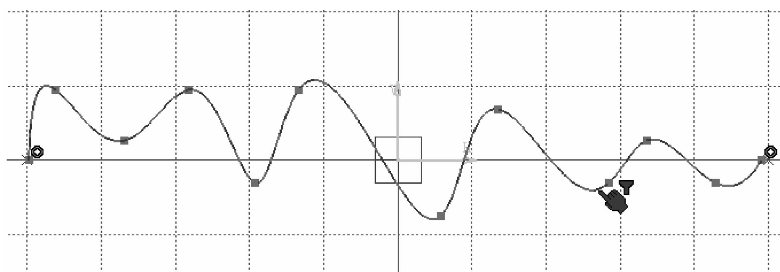


图 17-3 绘制一条曲线草图

用同样的方法在其他参考平面绘制草图曲线，如图 17-4 所示。

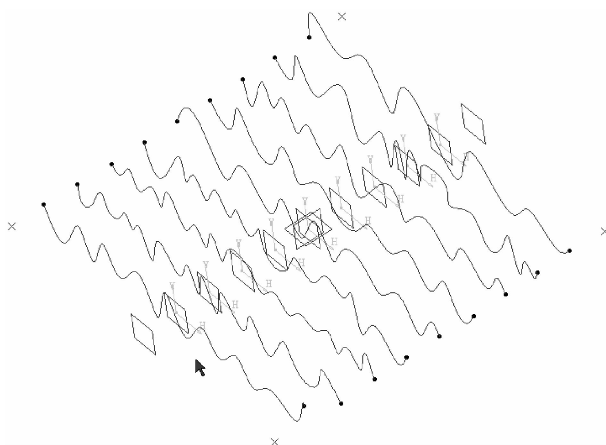


图 17-4 在其他参考平面绘制的草图曲线

（5）生成线段

单击【线框】工具栏内的直线图标 ，出现【直线定义】对话框，在图形区选择其中的两个点，如图 17-5 所示。单击对话框内的【确定】按钮，生成一条线段。用同样的方法在另外两个点之间生成一条线段，如图 17-5 所示。

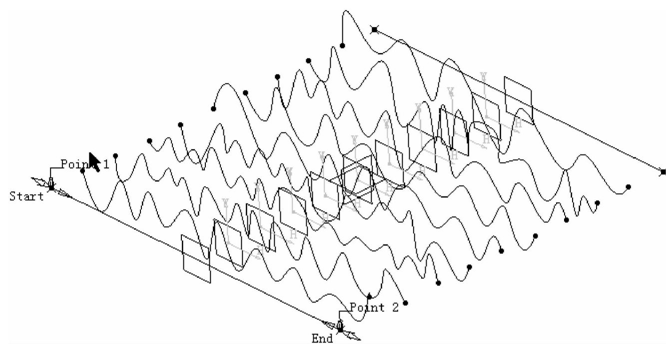


图 17-5 在另外两个点之间生成一条线段

（6）生成多截面曲面

单击【曲面】工具栏内的多截面曲面图标 ，出现【多截面曲面定义】对话框，依次在

图形区选择直线和各个曲线草图。单击“Preview(预览)”按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的“OK(确定)”按钮，生成曲面。

注意在本节生成多截面曲面时，读者可能会遇到无法生成曲面的情况。这时可以在图形区单击各个参考草图的方向线，每个草图曲线的两端，都有一个方向箭头，在不能形成曲面的位置，可以单击方向箭头，把方向调整为反向。不能调整曲面的位置，往往预览时候会产生扭曲的面，很容易观察出来。调整好一个草图的方向后，它旁边的草图曲线方向可能又无法协调生成曲面，这时要继续调整这些草图曲线的方向。

（7）生成参考平面

单击【参考】工具栏内的平面图标，出现【平面定义】对话框。在左边的模型树上选择平面.5，在【偏移】栏内填10mm，单击对话框内的【预览】按钮，预览生成的参考平面。单击对话框内的【确定】按钮，生成一个参考平面。

17.2 笔零件

本节通过对多边形草图旋转生成一个笔零件，并在零件上生成一个参考线段。

（1）进入【线框和曲面设计】工作台

单击【开始】→【机械设计】→【线框和曲面设计】，进入【线框和曲面设计】工作台。

（2）生成参考点

单击【线框】工具栏内的点图标，出现【点定义】对话框。在【点类型】内选择【平面上】，单击【参考】栏在图形上选择xy平面。在对话框内填坐标(50,50)，单击对话框内的【确定】按钮，在空间生成一个点。

（3）生成参考平面

单击【参考元素】工具栏内的平面图标，出现【平面定义】对话框。在【平面类型】栏选择【平行通过点】，在左边的模型树上选择【zx平面】，单击【参考点】栏，然后在图形区选择刚才生成的点，单击对话框内的【预览】按钮，预览生成的参考平面。单击对话框内的【确定】按钮，生成一个参考平面。

（4）生成第二个参考点

单击【线框】工具栏内的点图标，出现【点定义】对话框。在【点类型】内选择【平面上】，单击【平面】栏，然后在图形上选择【平面.1】。在对话框内填入坐标(-50,40)，单击对话框内的【确定】按钮，在空间生成一个点。

（5）生成多边形草图

在图形上选择平面.1。进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的轮廓图标，绘制一个封闭的多边形。单击工具栏中【约束】工具栏内的约束图标，标注并调整多边形的各尺寸，如图17-6所示。

单击【轮廓】工具栏内的轴图标，绘制一条垂直轴线与右侧的垂直线重合。

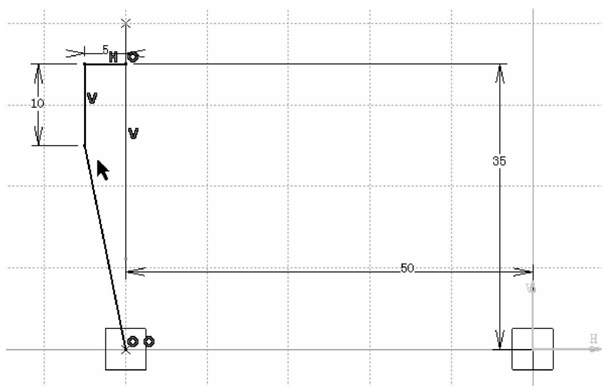


图 17-6　多边形及其尺寸标注

退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

（6）旋转生成实体

单击【基于草图的特征】工具栏内的旋转体图标，出现【定义旋转体】对话框，同时草图曲线也变成出现相应的虚线，是按默认的对话框内数据形成的旋转体。单击对话框内的【确定】按钮，形成旋转体。

（7）生成线段

单击【线框】工具栏内的直线图标，出现【直线定义】对话框，在对话框内【直线类型】栏内选择【点-方向】类型，在图形区选择生成的第二个点，在图形区选择生成旋转体的轴线作为直线的方向，在对话框的【开始】栏内填 0，在【结束】栏内填 5mm，在【长度类型】选项内选择【长度】。单击对话框内的【预览】按钮，预览生成的线段。单击对话框内的【确定】按钮，生成一条线段。

17. 3　装配零件

（1）进入装配设计工作台

操作参见 1. 2(1)。

（2）零件导入装配图

将 2 个零件都导入装配工作台中，左边的模型树中显示 2 个零件的名称。双击装配图的名称“Product1”。

17. 4　设计点曲面铰

本节定义点曲面铰。点是笔零件笔尖上的点，曲面是 17. 1 节生成的多截面曲面。本节没有对定义好的点曲面铰进行模拟运动分析。

（1）进入模型运动模拟工作台

操作参见 1. 3(1)。

（2）定义点曲面铰

单击【DMU 运动机构】工具栏内的点曲面接合图标，要单击这个图标，需要先单击旋转接合图标右下方的箭头，出现所有铰定义图标。单击点曲面接合图标后，出现【创建接合;点曲面】对话框，如图 17-7 所示。单击对话框内的【新机械装置】按钮，出现【创建机械装置】对话框。按照对话框内的机构名称【机械装置 . 1】，单击对话框内的【确定】按钮，生成新的运动机构。同时【创建机械装置】对话框关闭，回到【创建接合;点曲面】对话框。



图 17-7 【创建接合;点曲面】对话框

选择曲面作为【曲面 1,】选择铅笔顶点作为【点 1】，如图 17-8 所示。在【创建接合;点曲面】对话框，更新了选项内容。单击对话框内的【确定】按钮，生成滚动曲线铰。同时在左边的模型树中出现机构名称和铰的名称。

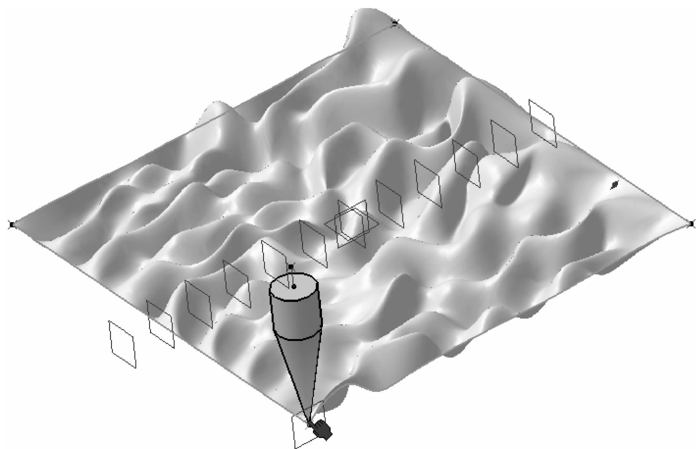


图 17-8 选择曲面作为【曲面 1】，选择铅笔顶点作为【点 1】

总结：

本章学习的是点曲面铰的设置。涉及到的零件有 2 个，定义步骤不复杂。本章的新内容除定义点曲面铰外，还有定义多个参考平面，定义多截面曲面，特别是多截面曲面的定义，由于曲线草图的方向问题，肯定一次无法完成曲面的生成，要反复调整草图的方向。

第 18 章　生成轨迹曲线

本章对运动的零件生成轨迹曲线，即对运动零件上的参考点生成一条运动轨迹线。本章利用的是第一章设置的棱镜铰，对运动滑块上的一个参考点，生成轨迹曲线。生成轨迹曲线，模拟运动分析，必须先设置运动件的某个运动参数与时间的关系，建立与时间的关系后，才能对运动进行模拟。

打开第一章的文件，装配图的模型如图 18-1 所示。

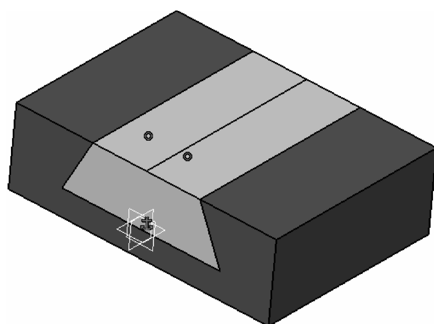


图 18-1　已经定义的棱镜铰模型

先定义与时间的公式关系，若不定义则无法实现本章所介绍的功能。

（1）定义与时间关联的参数关系式

单击工具栏内的 Simulation with Laws 用规则模拟图标，出现一个【Kinematics Simulation-Mechanism. 1】消息框，提示没有定义铰与时间参数的关系，所以无法用规则模拟，如图 18-2 所示。单击消息框内的 Close（关闭）按钮，关闭消息框。

从菜单中单击工具（Tools）> 选项（Options），出现【选项】对话框，如图 18-3 所示。单击左边的【基础结构】，选择【产品结构】，单击【树的定制】制表栏，然后将【关系】激活。单击对话框内的【确定】按钮，关闭对话框。

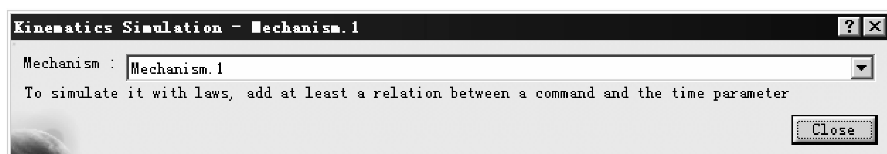


图 18-2　【Kinematics Simulation-Mechanism. 1】消息框

在左边的模型树上选中 Mechanism. 1。单击工具栏内的 Formula 公式图标，出现【公式:Mechanism. 1】对话框，如图 18-4 所示。在对话框内选择第二个选项（Mechanism. 1\Commands\command\长度）。

在图 18-4 所示对话框中单击【添加公式】按钮，出现公式编辑器对话框，如图 18-5 所示，定义长度与时间的关系。在【字典】栏内选择参数，在【参数成员数】栏内选择时间，选择后在【时间成员数】栏内显示“Mechanism. 1 \ KINTime”。双击“Mechanism. 1 \ KINTime”直接进入公式编辑栏内，如图 18-6 所示。在后面继续输入“/1s * 20mm”，其物理意义是运动速度为 20mm/s，因为速度有时间单位 s，为与长度单位一致，需要将速度除以时间 1s，然后再乘以长度单位。单击公式编辑器内的确定按钮，完成公式编辑，回到【公式:Mechanism. 1】对话框，如图 18-7 所示，对话框内显示刚才编辑的公式。单击对话框内的【确定】按钮，生成公式，同时左边的模型树中显示公式的名称和表达式。

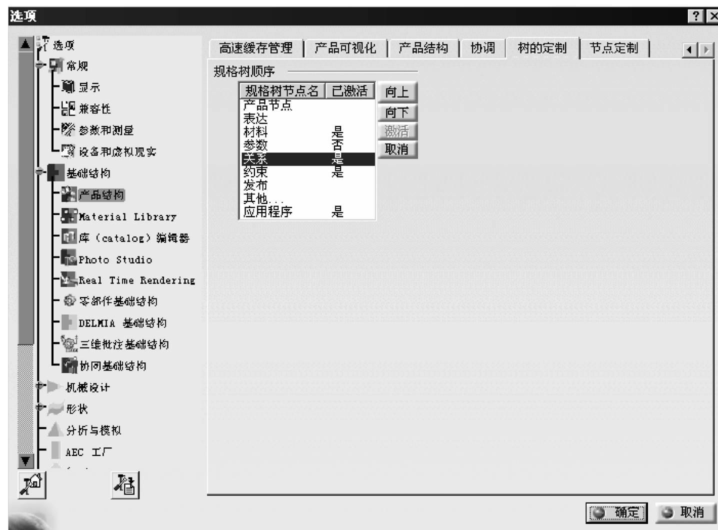


图 18-3 【选项】对话框

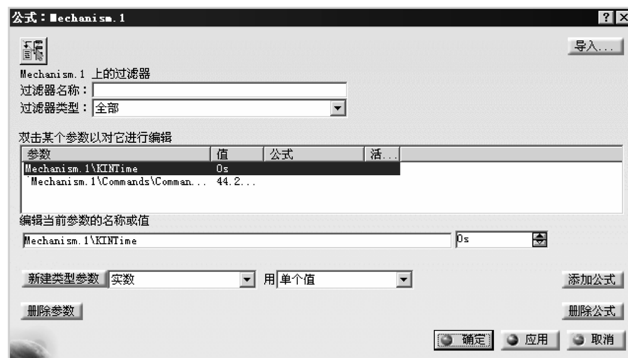


图 18-4 【公式:Mechanism. 1】对话框



图 18-5 公式编辑器对话框

（2）用规则模拟运动关系

单击工具栏内的 Simulation with Laws 用规则模拟图标，出现一个 Kinematics Simulation-Mechanism. 1 对话框，如图 18-8 所示。单击对话框内时间步后面的按钮，出现【Simulation Duration】(模拟时间)对话框，如图 18-9 所示。将模拟时间修改为 20s，单击对话框内的【确定】按钮。

（3）生成运动轨迹曲线



图 18-6　编辑的长度与时间关系公式

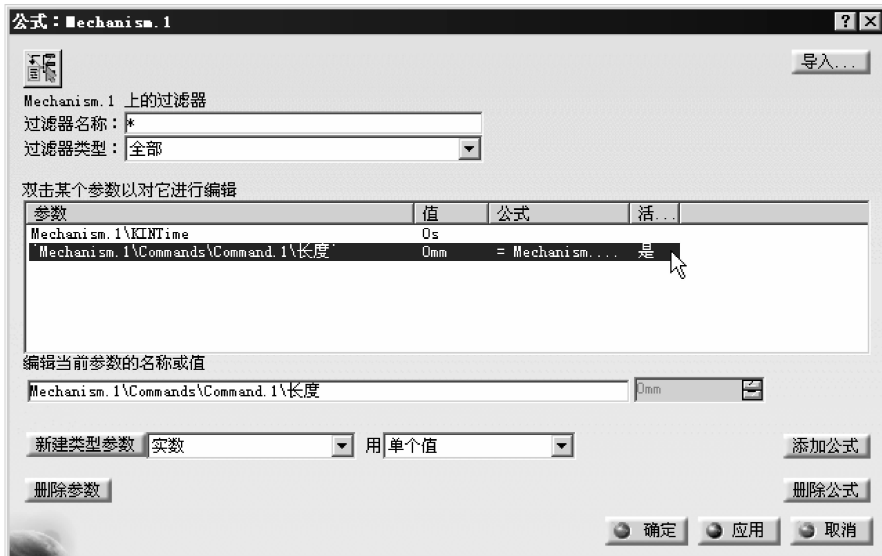


图 18-7　【公式：Mechanism. 1】对话框

单击工具栏内的 Trace 轨迹图标，出现【Trace】(轨迹)对话框，如图 18-10 所示。在图形区选择滑块零件棱边的中点，如图 18-11 所示。在对话框内单击【Reference product】(参考产品)栏，然后在图形区选择固定架作为参考件，如图 18-12 所示。单击对话框内的【确定】按钮，关闭对话框，同时计算机开始计算所选点的轨迹路线，计算完毕后，直接显示出来，如图 18-13 所示。

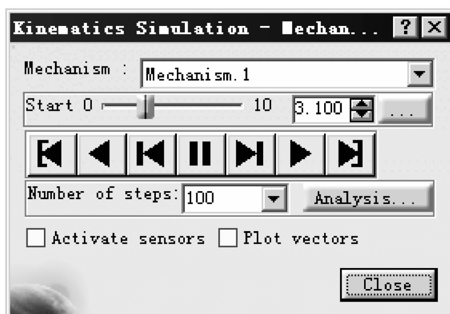


图 18-8 Kinematics Simulation-Mechanism. 1 对话框

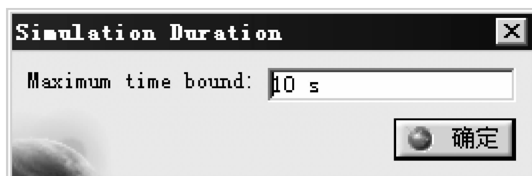


图 18-9 Simulation Duration 模拟时间对话框



图 18-10 轨迹对话框

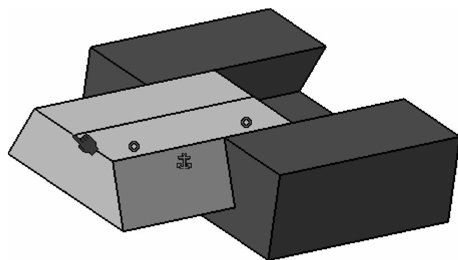


图 18-11 选择滑块零件棱边的中点

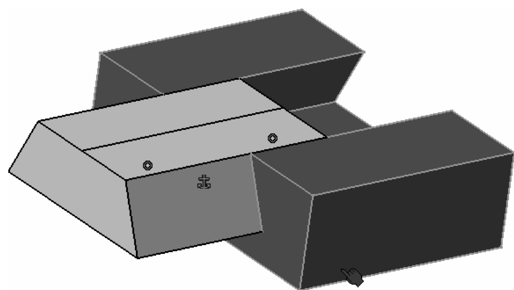


图 18-12 选择固定架作为参考件

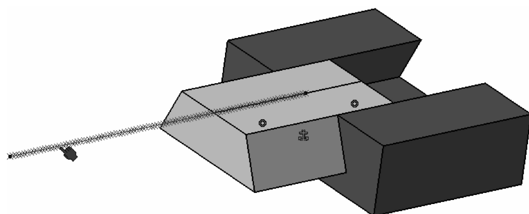


图 18-13 所选点的运动轨迹

第 19 章　生成关系曲线

本章讲述如何生成关系曲线，即速度对时间的曲线、加速度对时间的曲线、位移对时间的曲线，或者是速度、角速度、位移等相互之间的关系曲线。生成轨迹曲线，模拟运动分析，必须先设置运动件的某个运动参数与时间的关系，建立这种关系后才能对运动进行模拟。

打开第二章生成的螺纹传动，装配图的模型如图 19-1 所示。

（1）定义与时间关联的参数关系式

在左边的模型树上选中【机械装置.1】，如图 19-2 所示。单击【知识工程】工具栏内的公式图标 f(x)，出现【公式:Mechanism.1】对话框，如图 19-3 所示。在对话框内选择第二个选项(Mechanism.1\Commands\command\ 角度)，单击【添加公式】按钮，定义角度与时间的关系。

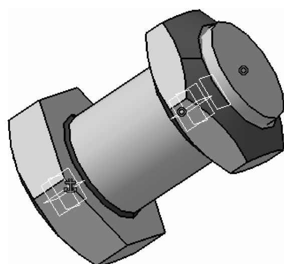


图 19-1　已经定义的螺纹铰模型

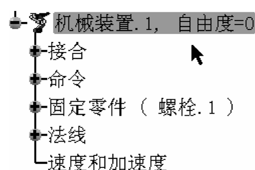


图 19-2　选中【机械装置.1】



图 19-3　【公式:Mechanism.1】对话框

单击添加公式按钮后，出现公式编辑器对话框，如图 19-4 所示。在【字典】栏内选择参数，在【参数成员数】栏内选择时间，选择后，在【时间成员数】栏内显示“Mechanism.1\KINTime”。双击“Mechanism.1\KINTime”直接进入【公式编辑】栏内。在后面继续输入“1s*50deg”，其物理意义是角速度为 50°/s，因为速度有时间单位 s，要与角度单位一致，需要将速度除以时间 1s，然后再乘以长度单位，公式在这里比较别扭。单击公式编辑器内的【确定】按钮，完成公式编辑，回到【公式:Mechanism.1】对话框，对话框内显示刚才编辑的公式。单击对话框内的【确定】按钮，生成公式，同时左边的模型树中显示公式的名称和表达式。



图 19-4 公式编辑器对话框

（2）用规则模拟运动关系

单击【DMU 运动机构】工具栏内的用规则模拟图标，出现【运动模拟-机械装置.1】对话框，如图 19-5 所示。单击对话框内时间步后面的按钮，出现【模拟持续时间】对话框，如图 19-6 所示。将模拟时间修改为 10s，单击对话框内的【确定】按钮，关闭模拟时间对话框。



图 19-5 【运动模拟-机械装置.1】对话框



图 19-6 【模拟持续时间】对话框

（3）生成速度、加速度等关系曲线

选择【运动模拟-机械装置.1】对话框内的【激活传感器】选项，出现【传感器】对话框，如图 19-7 所示。单击对话框内的两个选项，选项被激活，状态由【否】改为【是】。单击对话

框内的【选项】按钮，出现图形展示选项对话框，如图 19-8 所示。选择【自定义】，单击对话框内的【添加】按钮，出现【创建曲线】对话框，如图 19-9 所示。在【横坐标】栏内选择 Mechanism. 1 \ Joints \ Screw. 1 \ Length，在【纵坐标】栏内选择 Mechanism. 1 \ Joints \ Screw. 1 \ Angle，即横坐标为所选点的位移，纵坐标为所选点的角度。单击对话框内的【确定】按钮，关闭【创建曲线】对话框，回到【传感器】对话框。在【传感器】对话框内单击【历史】选项卡，如图 19-10 所示。单击运动模拟-机械装置 . 1 对话框内的播放按钮，如图 19-11 所示，开始模拟螺纹铰。在【传感器】对话框内单击【历史】选项卡下显示的内容随模拟进程更新，如图 19-12 所示。



图 19-7　【传感器】对话框



图 19-8　图形展示选项对话框

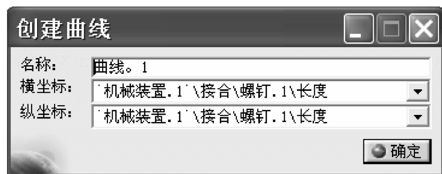


图 19-9　【创建曲线】对话框



图 19-10　单击【历史】选项卡

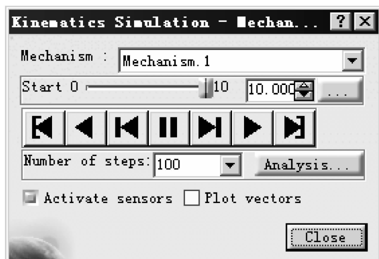


图 19-11　单击播放按钮

单击【传感器】对话框内的【图形】按钮，出现【传感器图形展示】对话框，绘制出位移与角度的关系，如图 19-13 所示。可以将曲线保存起来。

单击【传感器】对话框内的【选项】按钮，出现【图形展示选项】对话框，如图 19-14 所示。



图 19-12　显示的内容更新

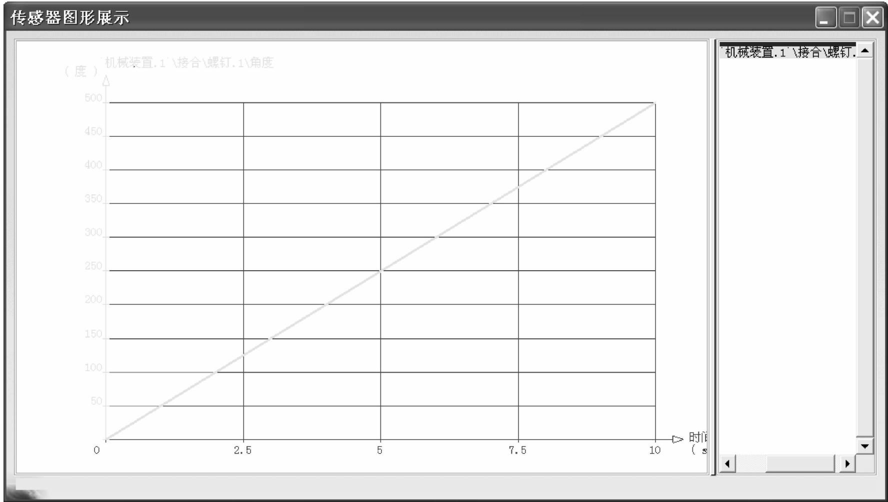


图 19-13　【传感器图形展示】曲线框

选择【与时间】，即绘制位移和角度随时间变化的曲线，单击对话框内的【关闭】按钮，关闭对话框。

在【传感器】对话框内单击【历史】选项卡，同时单击【运动模拟-机械装置 . 1】对话框内的播放按钮，开始模拟螺纹铰。在【传感器】对话框内单击【历史】选项卡下显示的内容随模拟进程更新，如图 19-15 所示。

单击【传感器】对话框内的【图形】按钮，出现【传感



图 19-14　【图形展示选项】对话框



图 19-15　【历史】选项卡下显示的内容随模拟进程更新

器图形展示】曲线框，绘制出位移和角度随时间变化的曲线，如图 19-16 所示。可以将曲线保存为 xls 格式的表格。单击【传感器】对话框内的【文件】按钮，出现【另存为】对话框，填上文件名，单击对话框内的保存按钮，曲线被保存。

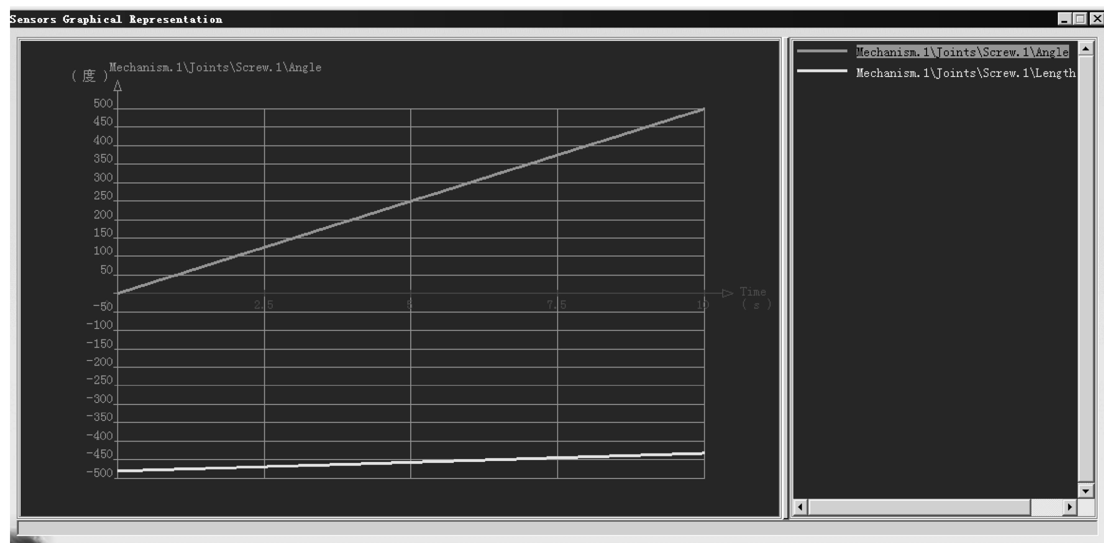


图 19-16　位移和角度随时间变化的曲线

第 20 章　速度和加速度测量

本章使用第 19 章的定义的文件，对已定义的运动物体，测量其参考点上的速度和加速度。

（1）测量运动物体速度和加速度

单击【DMU 运动机构】工具栏内的速度和加速度图标，出现【速度和加速度】对话框，如图 20-1 所示。单击对话框内的【参考产品】，然后在图形区选择螺栓零件，如图 20-2 所示。单击对话框内的【点选择】，然后在图形区选择螺母零件上的一个点，如图 20-3 所示。选择后，对话框内两个栏都相应更新显示，如图 20-4 所示。

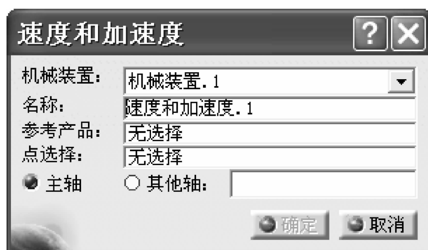


图 20-1　【速度和加速度】对话框

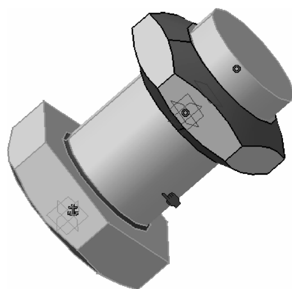


图 20-2　选择螺栓零件作为参考产品

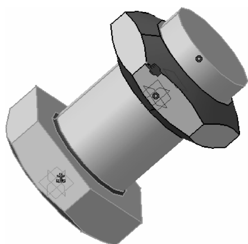


图 20-3　选择螺母零件上的一个点

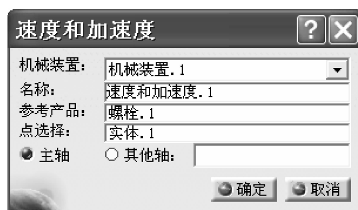


图 20-4　【速度和加速度】对话框更新显示

（2）用规则模拟运动关系

单击【DMU 运动机构】工具栏内的使用法则曲线模拟图标，出现一个【运动模拟-机械装置.1】对话框，如图 20-5 所示。单击对话框内时间步后面的按钮，出现【模拟持续时间】对话框。将模拟时间修改为 10s，单击对话框内的确定按钮，关闭模拟时间对话框。



图 20-5　【运动模拟-机械装置.1】对话框

选择【运动模拟-机械装置.1】对话框内的【激活传感器】选项，出现【传感器】对话框，如图 20-6 所示。单击对话框内的【选择集】选项卡，在栏内选择【速度和加速度.1\线速度】【速度和加速度.1\角速度】，选择后两个参数的状态由【否】改为【是】。

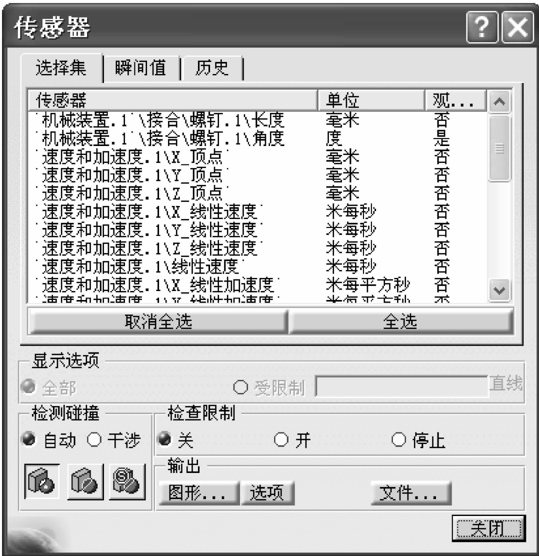


图 20-6　【传感器】对话框

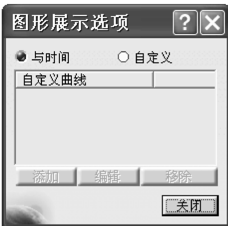


图 20-7　【图形展示选项】对话框

单击对话框内的【选项】按钮，出现 Graphical Representation Options 代表图形曲线选项对话框，如图 20-7 所示。选择【与时间】，即绘制速度和加速度随时间变化的曲线，单击对话框内的【关闭】按钮，关闭对话框。

在【传感器】对话框内单击【历史】选项卡，同时单击【运动模拟-机械装置 . 1】对话框内的播放按钮，开始模拟螺纹铰。在【传感器】对话框内单击【历史】选项卡下显示的内容随模拟进程更新，如图 20-8 所示。

（3）生成速度或加速度关系曲线

单击【传感器】对话框内的【图形】按钮，出现【传感器图形展示】图形曲线框，绘制出速度和加速度随时间变化的曲线，如图 20-9 所示。可以将曲线保存为 xls 格式的表格。单击【传感器】对话框内的【文件】按钮，出现【另存为】对话框，如图 20-10 所示，填上文件名，单击对话框内的【保存】按钮，曲线被保存。



图 20-8　【历史】选项卡下显示的内容随模拟进程更新

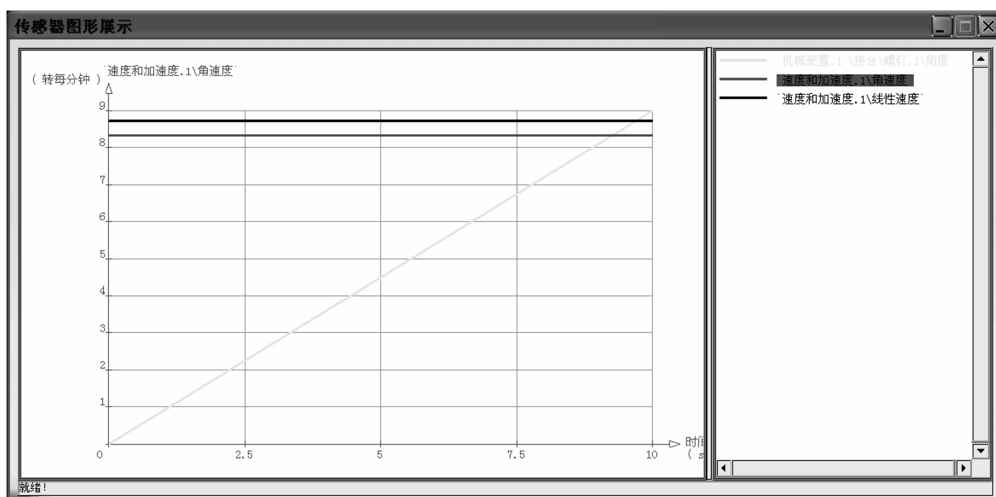


图 20-9　速度和加速度随时间变化的曲线



图 20-10　【另存为】对话框

第 21 章　椭圆规实例

本章不涉及任何新的运动模拟功能讲解，完全是一道大的例题。内容包括从零件的设计到装配、铰的设置、运动关系定义、轨迹曲线生成、速度加速度曲线生成。设计的零件曲柄、固定轴架、椭圆尺、滑块。

21.1　曲柄

（1）进入零件设计工作台

操作参见 1.1(1)。

（2）绘制矩形和圆草图

选中左边模型树中【xy 平面】。进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的图标，绘制一个矩形。单击【约束】工具栏内的图标，标注并调整矩形的形状尺寸。矩形的长为 20mm，高为 200mm，垂直线到 V 轴的距离为 10mm，如图 21-1 所示。

单击【轮廓】工具栏内的图标绘制圆。单击【约束】工具栏内的图标，标注并调整圆的直径尺寸为 10mm，圆心在 V 轴上，到 H 轴的距离为 15mm，如图 21-1 所示。

退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

（3）拉伸生成带圆孔的实体

单击【基于草图的特征】工具栏中图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 10mm。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成曲柄零件。

（4）绘制圆草图

选中实体的上表面作为参考平面，进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的图标绘制圆。单击【约束】工具栏内的图标，标注并调整圆的直径尺寸为 10mm，圆心在 V 轴上，到实体上表面棱边的距离为 10mm。

退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

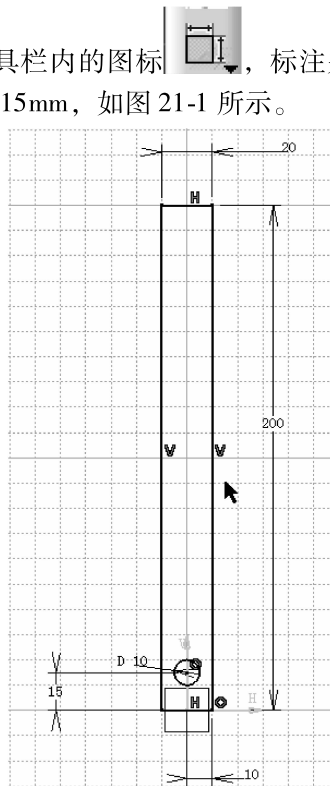


图 21-1　矩形和圆草图

（5）拉伸生成圆柱体

单击【基于草图的特征】工具栏中图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 20mm。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成曲柄零件的轴。

21.2 固定轴架

（1）进入零件设计工作台

操作参见 1.1(1)。

（2）绘制圆草图

选中左边模型树中【xy 平面】。进入【草图编辑器】工作台，单击【轮廓】工具栏内的图标绘制圆。单击【约束】工具栏内的图标，标注并调整圆的直径尺寸为 10mm，圆心与 V 轴的距离为 60mm，到 H 轴的距离为 370mm，如图 21-2 所示。退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

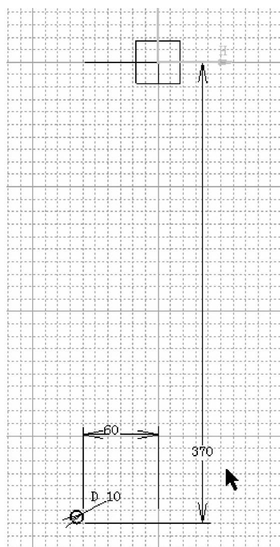


图 21-2 圆草图及其尺寸限制

（3）拉伸生成圆柱体

单击【基于草图的特征】工具栏中图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 40mm。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果，单击对话框内的【确定】按钮，生成曲柄零件的轴零件。

（4）绘制矩形草图

选中左边模型树中【xy 平面】。进入【草图编辑器】工作台，单击【轮廓】工具栏内的图标，绘制一个矩形。单击【约束】工具栏内的图标，标注并调整矩形的形状尺寸。矩形的长为 500mm，高为 100mm，垂直线到 V 轴的距离为 250mm，矩形下面的边到 H 轴的距离为 250mm，如图 21-3 所示。

（5）拉伸生成平板

单击【基于草图的特征】工具栏中图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 40mm。单击【预览】按钮，先看一下立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成平板零件。

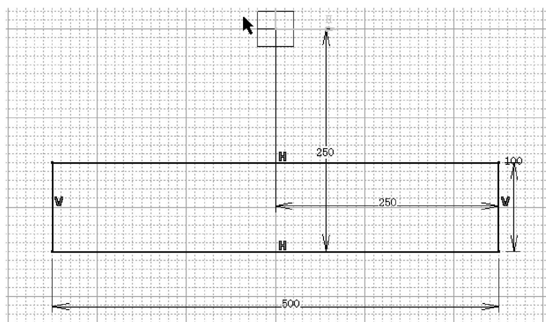


图 21-3 矩形草图及其尺寸限制

（6）绘制第二个矩形草图

选中长方体的上表面。进入【草图编辑器】工作台。

单击【轮廓】工具栏内的图标，绘制一个矩形。单击【约束】工具栏内的图标，标注并调整矩形的高为 40mm，矩形下面的边到 H 轴的距离为 20mm，如图 21-4 所示。

退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

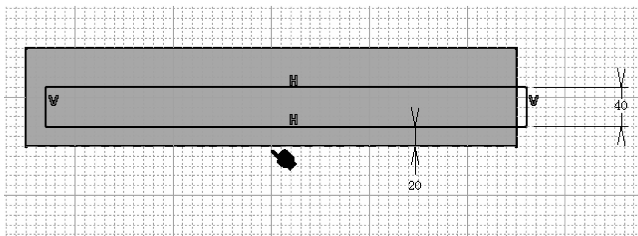


图 21-4　矩形草图及其尺寸限制

（7）对实体开槽

单击【基于草图的特征】工具栏内的凹槽图标，出现【定义凹槽】对话框。在【类型】下拉列表框内选择【尺寸】，在【深度】栏内填 10mm，预览形成的槽。单击【确定】按钮，形成矩形槽。

21.3　椭圆尺

（1）进入零件设计工作台

操作参见 1.1（1）。

（2）绘制矩形草图

选中左边模型树中【 xy 平面】。进入【草图编辑器】工作台。单击【轮廓】工具栏内的图标，绘制一个矩形。单击【约束】工具栏内的图标，标注并调整矩形的高为 20mm、长为 400mm，矩形下面的边到 H 轴的距离为 10mm，矩形垂直边与 V 轴的距离为 200mm，如图 21-5 所示。退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

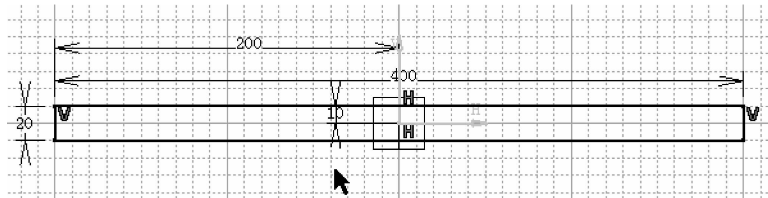


图 21-5　矩形草图及其尺寸限制

（3）拉伸生成棱柱

单击【基于草图的特征】工具栏中图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区

【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 10mm。单击【预览】按钮看立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成椭圆尺零件。

（4）绘制圆草图

选中长方体的上表面。进入【草图编辑器】工作台。单击【轮廓】工具栏内的图标绘制两个圆草图。单击【约束】工具栏内的图标，标注并调整圆的直径为 10mm，右侧圆心与 V 轴的距离为 180mm，如图 21-6 所示。退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

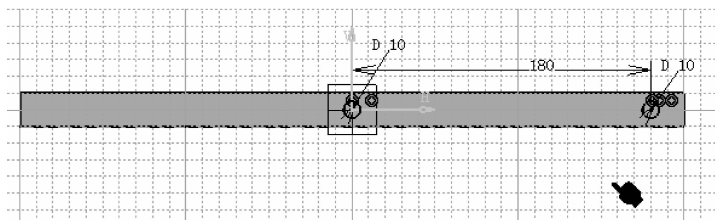


图 21-6 两个圆草图

（5）对实体开圆孔

单击【基于草图的特征】工具栏内的图标，出现【定义凹槽】对话框。在【类型】栏内选择【尺寸】，在【深度】栏内填 10mm，预览形成的槽。单击【确定】按钮，形成圆形孔。

21.4 滑块

（1）进入零件设计工作台

操作参见 1.1(1)。

（2）绘制矩形草图

选中左边模型树中【xy 平面】。进入【草图编辑器】工作台。单击【轮廓】工具栏内的图标，绘制一个矩形。单击【约束】工具栏内的图标，标注并调整矩形的高为 40mm，长为 40mm，矩形下面的边到 H 轴的距离为 20mm，矩形垂直边与 V 轴的距离为 20mm，如图 21-7 所示。退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

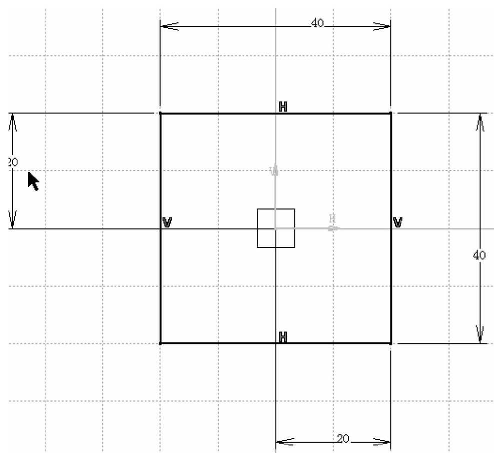


图 21-7 矩形草图及其尺寸限制

（3）拉伸生成滑块

单击【基于草图的特征】工具栏中图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长

度】栏内填上厚度 10mm。单击【预览】按钮看立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成滑块零件。

（4）绘制圆草图

选中长方体的上表面。进入【草图编辑器】工作台。单击【轮廓】工具栏内的图标绘制两个圆草图。单击【约束】工具栏内的图标，标注并调整圆的直径尺寸为 10mm。退出工作台，重新进入【零件设计】工作台。

（5）拉伸生成圆柱体

单击【基于草图的特征】工具栏中图标，出现【定义凸台】对话框。在【第一限制】区【类型】下拉列表框内选择默认的【尺寸】，在【长度】栏内填上厚度 20mm。单击【预览】按钮看立体图效果。单击对话框内的【确定】按钮，生成滑块零件。

21.5　设置铰

（1）进入装配设计工作台装配零件

单击 CATIA 界面上面的【开始】→【机械设计】→【装配设计】，进入【装配设计】工作台。

将 21.1 节的曲柄零件和 21.2 节的固定轴架零件导入装配工作台内，如图 21-8 所示。

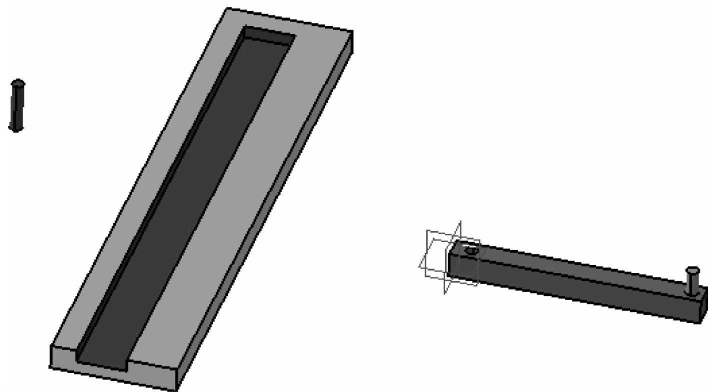


图 21-8　导入装配工作台内曲柄零件和固定轴架零件

（2）进入模型运动模拟工作台

操作参见 1.3(1)。

（3）生成旋转铰

单击【DMU 运动机构】工具栏内的图标，出现【创建接合:旋转】对话框。单击对话框内的【新机械装置】按钮，出现【创建机械装置】对话框。按照对话框内的机构名称【机械装置.1】，单击对话框内的【确定】按钮，生成新的运动机构，同时【创建机械装置】对话框关闭，回到【创建接合:旋转】对话框。

在固定轴架零件中选择轴的中心线；在曲柄零件中选择圆孔的中心线；在固定轴架零件中选择轴的端面；在曲柄零件中选择长方体的上表面。选中对话框内的【驱动角度】，单击

对话框内的【确定】按钮，生成旋转铰。零件按铰接配合在一起，同时在左边的模型树中出现机构名称和铰的名称。

（4）椭圆尺零件导入装配图

单击 CATIA 界面上面的【开始】→【机械设计】→【装配设计】，进入【装配设计】工作台。

将椭圆尺零件导入装配图中，如图 21-9 所示。

（5）定义第二个旋转铰

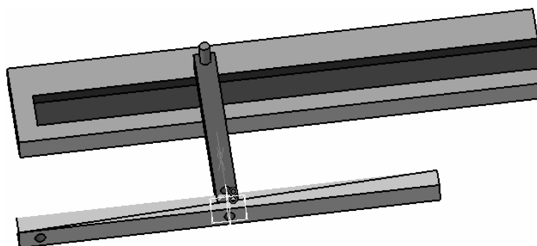


图 21-9 导入装配图中的椭圆尺零件

单击 CATIA 界面上面的【开始】→【数字化装配】→【DMU 运动机构】，进入【模型运动模拟】工作台。

单击【DMU 运动机构】工具栏内的图标，出现【创建接合:旋转】对话框。在曲柄零件中选择轴的中心线；在椭圆尺零件中选择圆孔的中心线；在曲柄零件中选择上表面；在椭圆尺零件中选择具有圆孔的表面。单击对话框内的【确定】按钮，生成旋转铰。零件按铰接配合在一起，同时在左边的模型树中出现机构名称和铰的名称。

（6）滑块零件导入装配图中

单击 CATIA 界面上面的【开始】→【机械设计】→【装配设计】，进入【装配设计】工作台。

将滑块导入装配图中，如图 21-10 所示。

（7）定义第三个旋转铰

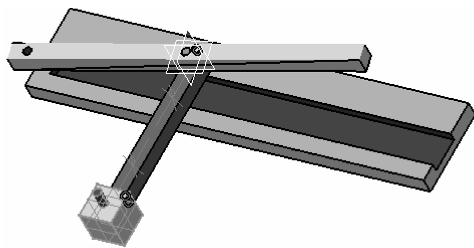


图 21-10 导入装配图中的滑块

单击 CATIA 界面上面的【开始】→【数字化装配】→【DMU 运动机构】，进入【模型运动模拟】工作台。

单击【DMU 运动机构】工具栏内的图标，出现【创建接合:旋转】对话框。在滑块零件中选择轴的中心线；在椭圆尺零件中选择圆孔的中心线；在滑块零件中选择轴所在的长方体上表面；在椭圆尺零件中选择具有圆孔的表面。单击对话框内的【确定】按钮，生成旋转铰。零件按铰接配合在一起，同时在左边的模型树中出现机构名称和铰的名称。

（8）定义棱镜铰

单击【DMU 运动机构】工具栏内的图标，要单击这个图标，需要先单击旋转接合图标右下方的箭头，出现所有铰定义图标。单击图标后，出现【创建接合:棱形】生成棱镜铰对话框。

在固定轴架零件中选择凹槽的一个棱边，如图 21-11 所示；在滑块零件中选择一条对应的棱边，如图 21-12 所示；在固定轴架零件中选择凹槽的表面；在滑块零件中选择滑块的底面。单击对话框内的【确定】按钮，生成棱镜铰。零件按铰接配合在一起。

（9）定义固定零件

单击【DMU 运动机构】工具栏内的图标，出现【新固定零件】对话框。在图形区选择固定轴架零件。单击消息框内的【确定】按钮关闭消息框。

在左边的模型树上双击第一个旋转铰，出现【编辑接合:旋转.1】对话框。在对话框内选中【驱动角度】，在图形区内的旋转铰位置显示旋转箭头。单击对话框内的【确定】按钮关闭对话框。关闭对话框后出现一个消息框，提示现在设置的机构可以被模拟。

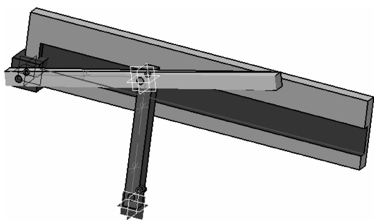


图 21-11　在固定轴架零件中选择凹槽的一个棱边

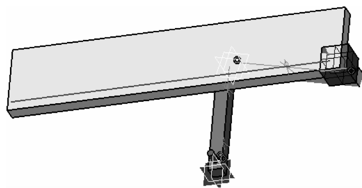


图 21-12　在滑块零件中选择一条对应的棱边

21.6　设置公式

在模型树上选中【机械装置.1】。单击【知识工程】工具栏内的图标，出现【公式:Mechanism.1】对话框，如图 21-13 所示。在对话框内选择第二个选项(Mechanism.1\Commands\command\角度)，单击【添加公式】按钮，定义角度与时间的关系。

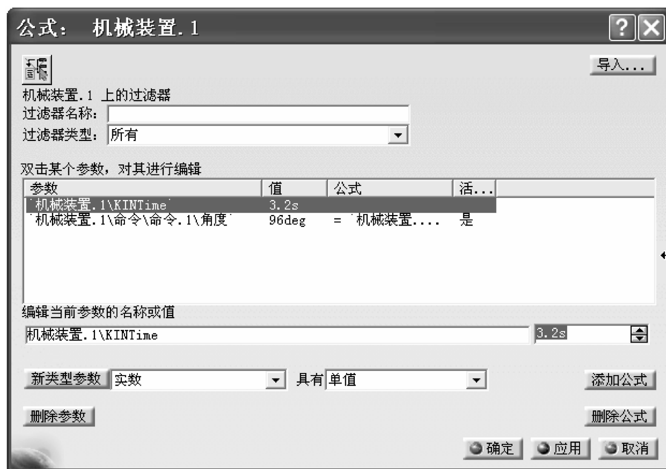


图 21-13　【公式:机械装置.1】对话框

单击【添加公式】按钮后，出现公式编辑器对话框，如图 21-14 所示。在【字典】栏内选择【参数】，在【参数成员数】栏内选择【时间】，选择后，【时间成员数】栏内显示“Mechanism.1 \ KINTime”。双击“Mechanism.1 \ KINTime”直接进入公式编辑栏，在后面继续输入“/1s*30deg”，如图 21-15 所示。单击公式编辑器内的【确定】按钮完成公式编辑，回到【公式:机械装置.1】对话框。对话框内显示刚才编辑的公式。单击对话框内的【确定】按钮，生成公式，同时左边模型树中显示公式的名称和表达式。



图 21-14 【公式编辑器】对话框



图 21-15 在 Mechanism. 1 \ KINTime 后面输入“/1s * 30deg”

21.7 生成轨迹曲线

单击【DMU 一般动绘制】工具栏内的图标，出现【轨迹】对话框，如图 21-16 所示。在图形区选择椭圆尺零件棱边的顶点，如图 21-17 所示。在对话框内单击【参考产品】栏，然后在图形区选择固定轴架零件作为参考件。单击对话框内的【确定】按钮关闭对话框，同时计算机开始计算所选点的轨迹路线，计算完毕后直接显示出来，如图 21-18 所示。



图 21-16　【轨迹】对话框

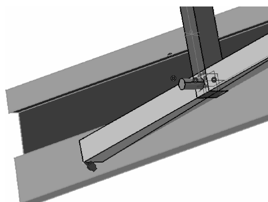


图 21-17　选择椭圆尺零件棱边的顶点

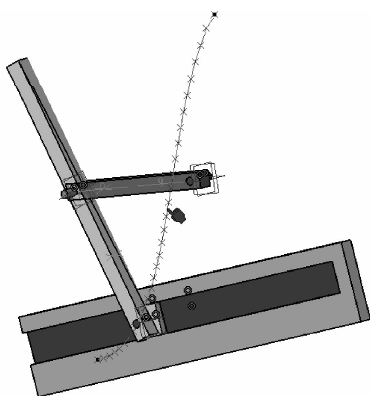


图 21-18　所选点的运动轨迹

21.8　速度和加速度测量

单击【DMU 运动机构】工具栏内的速度和加速度图标，出现【速度和加速度】对话框，如图 21-19 所示。单击对话框内的【参考产品】栏，然后在图形区选择固定轴架零件，如图 21-20 所示；单击对话框内的【点选择】栏，然后在图形区椭圆尺零件棱边的顶点，如图 21-21 所示。选择后，对话框内两个栏都相应更新显示。

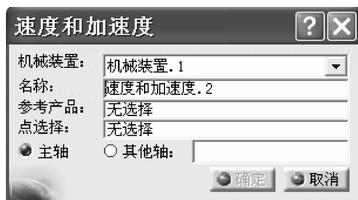


图 21-19　【速度和加速度】对话框

单击【DMU 运动机构】工具栏内的图标，出现一个【运动模拟-机械装置.1】对话框。

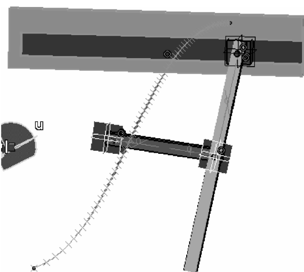


图 21-20　选择固定轴架零件作为参考产品

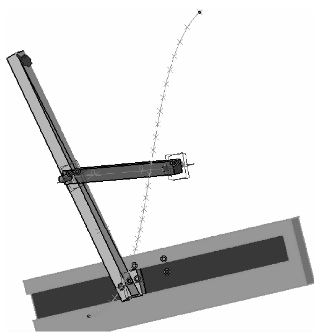


图 21-21　在图形区椭圆尺零件棱边的顶点

选择【运动模拟-机械装置.1】对话框内的【激活传感器】选项，出现【传感器】对话框，如图 21-22 所示。单击对话框内的【选择集】选项卡，选择【速度和加速度.1\线速度】【速度和加速度.1\线加速度】【速度和加速度.\角速度】，选择后，3 个参数的状态由【否】改为【是】。

单击对话框内的【选项】按钮，出现【图形展示选项】对话框，如图 21-23 所示。选择【与

时间】，即绘制速度、角速度和加速度随时间变化的曲线。单击对话框内的【关闭】按钮关闭对话框。



图 21-22 【传感器】对话框



图 21-23 【图形展示选项】对话框

在【传感器】对话框内单击【历史】选项卡，同时单击【运动模拟-机械装置.1】对话框内的播放按钮，开始模拟机构运动。在【传感器】对话框内单击【历史】选项卡下显示的内容随模拟进程更新，如图 21-24 所示。

单击【传感器】对话框内的【图形】按钮，出现【传感器图形展示】曲线框，绘制出速度、角速度和加速度随时间变化的曲线，如图 21-25 所示单击【传感器】对话框内的【文件】按钮，单击后出现【另存为】对话框，填上文件名，单击对话框内的保存按钮，可以将曲线保存为 xls 格式的表格。

单击【传感器】对话框内的【选项】按钮，出现【图形展示选项】对话框，如图 21-26 所示。选择【自定义】，单击对话框内的【添加】按钮，出现【创建曲线】对话框，如图 21-27 所示。在【横坐标】栏内选择【速度和加速度.1\Linear Acceration】，如图 21-27 所示；在【纵坐标】栏内选择【速度和加速度.1\LinearSpeed】，如图 21-28 所示。即横坐标为所选点的加速度，纵坐标为所选点的线速度。单击对话框内的【确定】按钮，关闭【创建曲线】对话框对话框，回到【传感器】对话框。在【传感器】对话框内单击【历史】选项卡，同时单击【运动模拟-机械装置.1】对话框内的【播放】按钮，开始模拟运动机构。在【传感器】对话框内单击【历史】选项卡下显示

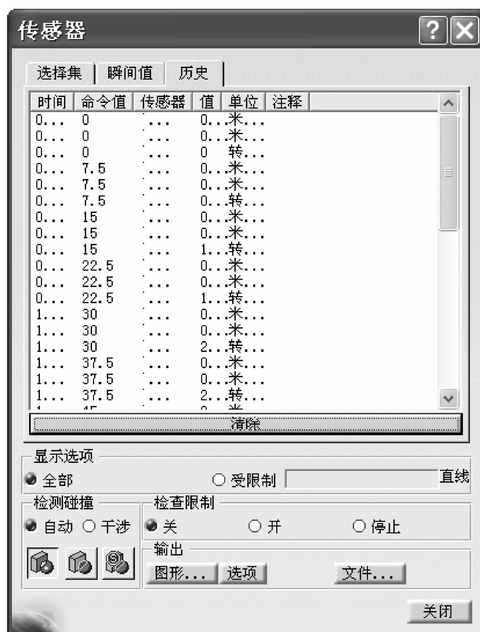


图 21-24 【历史】选项卡下显示的内容随模拟进程更新

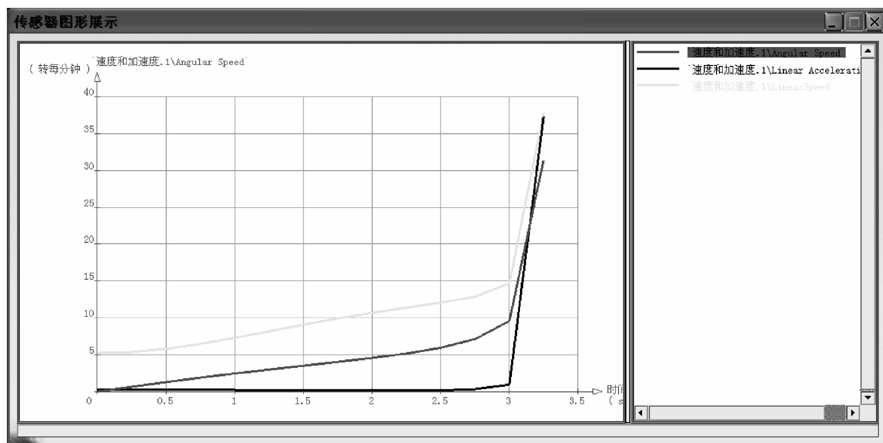


图 21-25　速度、角速度和加速度随时间变化的曲线



图 21-26　【图形展示选项】对话框



图 21-27　【创建曲线】对话框



图 21-28　纵坐标栏内选择【速度和加速度 . 1\LinearSpeed】

的内容随模拟进程更新，如图 21-29 所示。

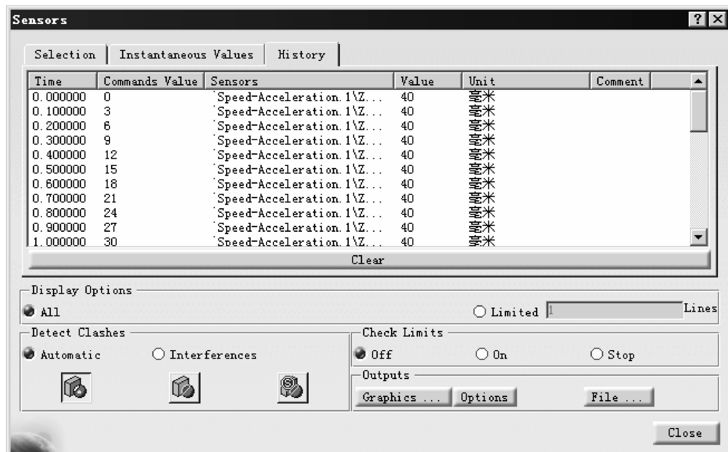


图 21-29　History 历程制表栏下显示的内容更新

单击【传感器】对话框内的【图形】按钮，出现【Multiplot】曲线框，绘制出速度和加速度变化关系曲线，如图 21-30 所示。单击【传感器】对话框内的【文件】按钮，出现【另存为】对话框，填上文件名，单击对话框内的保存按钮，可以将曲线保存为 xls 格式的表格。

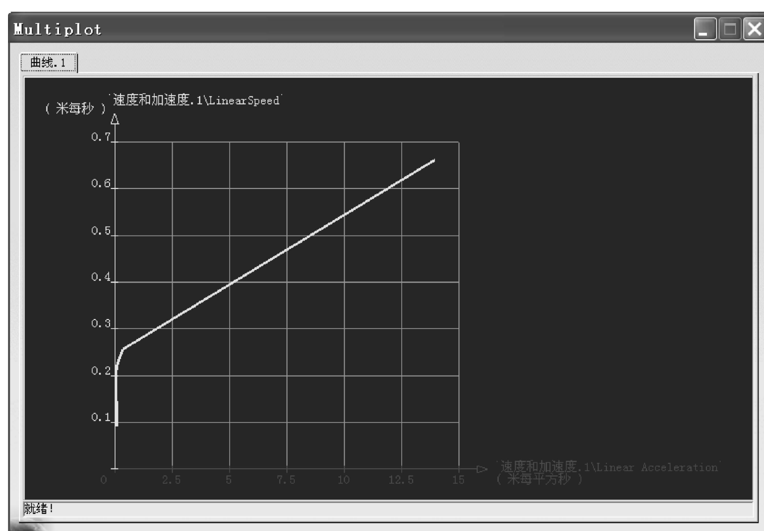


图 21-30　速度和加速度变化关系曲线

第 22 章　钟　　摆

熟悉 CATIA 软件的读者朋友都知道，软件本身是没有动力学分析功能的，只有运动学分析功能。从本章开始，到第 25 章，均是讲的动力学模拟，这里不仅要使用 CATIA 软件，还使用了在此基础上开发的程序 LMS VIRTUAL LAB，本书只使用了该软件的 MOTION 模块，只讲解动力学分析，不涉及到软件其他功能。

22.1　单位设置

（1）进入 LMS 的机械设计模块。

单击【Start】开始→【Motion】→【Mechanism Design】。

（2）设置单位

选择【Tools】工具→【Options】选项，其界面如图 22-1 所示。

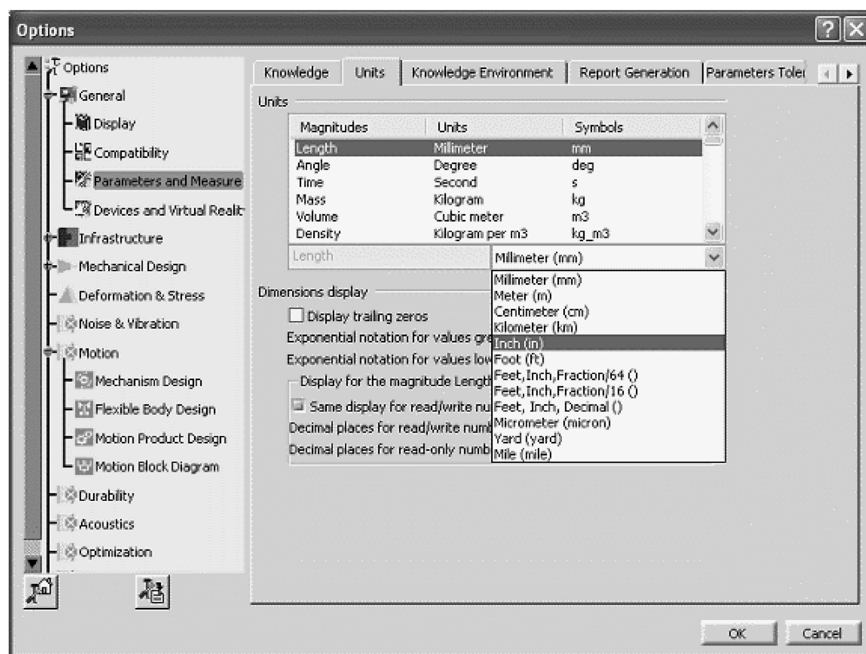


图 22-1　长度设置界面

从左边的模型树选择【General】常规→【Parameters and Measure】参数和测量。单击【Units 】单位选项卡。从【Units】单位列表中选择【Length】长度，从下面的下拉列表中选择【Inch（in）】英寸(in)。从【Units】单位列表中选择【Mass】质量，从下面的下拉列表中选择【Pound（lb）】磅(lb)。从左边的模型树选择【Mechanical Design】→【Sketcher】草图编辑器。勾选【Snap to point】点捕捉选项。在【Primary spacing】原始间距输入 1 ；在【Graduations】刻度输入 10。单

击【OK】确定，关闭【Options】选项对话框。

22.2 创建天花板零件

（1）创建 Ceiling Body

单击【Body From a New Part】创建自新零件的体图标，打开【Body】体对话框。

在【Name】名称栏内输入【Ceiling】。单击【Product Node】，从模型树选择【Product1_ROOT】。从【Fixed to Ground】下拉菜单中选择【true】真。单击【OK】，体显示在模型树中。

（2）创建天花板几何草图

从模型树中双击【yz plane】yz 平面，（位于【Product1_Root】→【Ceiling(Ceiling.1)】→【Ceiling】)。单击【Sketch】草图编辑器图标。单击【Rectangle】矩形图标。在左上角单击（-1,1），在右下角单击（1，-1），绘制矩形草图。需要缩小图形才能够绘制出矩形。单击【Exit Workbench】退出工作台图标。

（3）拉伸为实体

从模型树中选择【Sketch.1】(位于 Ceiling → PartBody)。单击【Pad】凸台图标。在【Length】长度栏内输入 1in，勾选【Mirrored extent】镜像范围。单击【OK】确定。

（4）创建支持几何

从显示的模型中选择一个与【zx plane】zx 平面平行的表面，如图 22-2 所示。单击【Sketch】草图编辑器图标。单击【Circle】圆图标。在矩形的水平中心（0，-1）单击创建圆，半径为 0.5inch。单击【Exit Workbench】退出工作台图标。单击【Pad】凸台图标。在【Length】长度栏内输入 -0.2 in。单击【OK】确定。

重复上述操作在长方体相对的面创建同样的半圆柱型。(也可以使用对称方法,直接对称出这样的形状。)

（5）创建开孔

单击【Sketch】草图编辑器图标。选择天花板的左侧或者右侧表面。单击【Circle】圆图标。在中心（0，-1.4）创建半径为 0.15 的圆。单击【Exit Workbench】退出工作台图标。单击【Pocket】凹槽图标。从【Type】类型下拉列表中选择【Up to last】直到选项。从【Selection】选择 Sketch.4，或者直接从模型树上选择。单击【OK】确定按钮。

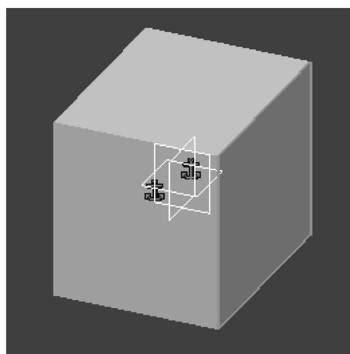


图 22-2 选择一个与【zx plane】平行的表面

（6）应用材料属性到零件体

从模型树选择【Ceiling】，如图 22-3 所示。(位于 Product1_Root → Ceiling. 1)。单击【Apply Material】应用材料图标。单击【Wood】木材选项卡，选择【Oak】橡树。单击【OK】确定按钮。



图 22-3　在模型树选择【Ceiling】

(7) 显示材料属性

从【View】视图菜单选择【Render Style】渲染样式→【Customize View】自定义视图。显示【View Mode Customization】视图模式自定义对话框，勾选【Shading】着色和【Material】材料两个选项。单击【OK】按钮。

(8) 保存模型

从【File】文件菜单中选择【Save Management】保存管理。从列表中选择【Analysis1. CATanalysis】，单击【Save As】另存为按钮。在【Save As】另存为对话框，在【File name】文件名称栏输入 Tutorial1。在【Save in】保存在下拉列表中选择一个合适的目录，单击【Save】保存按钮。重复上述过程，保存 Ceiling. CATPart，在【File name】文件名称栏输入 Ceiling。单击【OK】确定按钮。

22. 3　创建钟摆物体

(1) 隐藏第一个物体

从模型树中选择【Ceiling (Ceiling. 1)】。单击【Hide/Show】引出/显示图标。

(2) 创建 Pendulum Body 钟摆物体

从模型树上双击【Analysis Model】，激活 LMS 的【运动】工作台。单击【Body From a New Part】创建自新零件的体图标。命名体为 Pendulum。在对话框单击【Product Node】产品节点栏，从模型树选择【Product1_Root】。从【Fixed to Ground】固定到地面下拉列表中选择【false】假。单击【OK】确定按钮，新的体显示在模型树上。

(3) 创建草图几何

在模型树上双击新几何体的【zx plane】zx 平面。单击【Sketch】草图编辑器图标。单击【Circle】圆图标。在中心(0,0)创建半径为 0. 15 的圆，如图 22-4 所示。

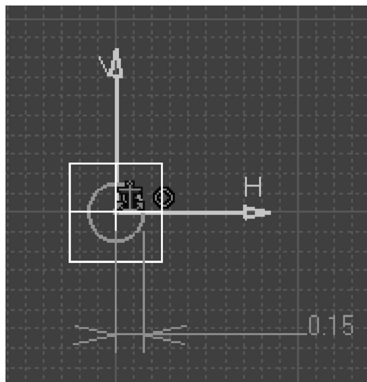


图 22-4　创建半径为 0. 15 的圆

单击【Exit Workbench】退出工作台图标。

(4) 拉伸成几何体

从模型树选择【Sketch. 1】(位于 Pendulum → PartBody)。单击【Pad】凸台图标。在长度【Length】长度栏内输入 1. 1。勾选【Mirrored extent】镜像延伸选项。单击【OK】确定按钮，创建圆柱体，如图 22-5 所示。

(5) 创建其余的几何体

从模型树选择【xy plane】(位于 Pendulum)。单击【Sketch】草图编辑器图标。单击【Circle】圆图标。在中心(0,0)创建半径为 0.15 的圆。单击【Exit Workbench】退出工作台图标。

(6) 拉伸为圆柱体

从模型树选择 Sketch.2。单击【Pad】凸台图标。在【Length】长度栏内输入 -5。单击【OK】确定按钮，创建第二个圆柱体，如图 22-6 所示。

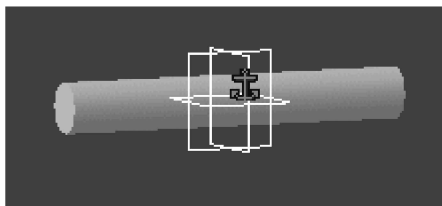


图 22-5 创建的圆柱体

(7) 创建圆盘草图

从模型树选择【zx plane】(位于 Pendulum)。单击【Sketch】草图编辑器图标。单击【Circle】圆图标。在中心(0,-5)创建半径为 1 的圆。单击【Exit Workbench】退出工作台图标。

(8) 创建圆盘

从模型树选择 Sketch.3。单击【Pad】凸台图标。在【Length】长度栏内输入 0.15。勾选【Mirrored extent】选项。单击【OK】确定按钮，创建圆盘如图 22-7 所示。

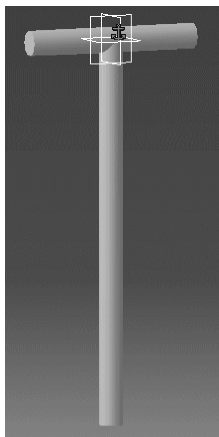


图 22-6 创建第二个圆柱体

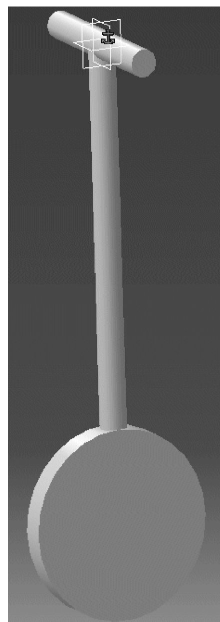


图 22-7 创建的圆盘

(9) 应用材料属性到零件体

从模型树选择【Pendulum】，如图 22-8 所示。(位于 Product1_Root → Pendulum.1)。单击【Apply Material】应用材料图标。单击【Metal】金属选项卡，选择【Yellow Brass】黄铜。

单击【OK】确定按钮。

（10）保存模型

从【File】文件菜单中选择【Save Management】保存管理。从列表中选择【Pendulum. CATPart】，单击【Save As】另存为按钮。在【Save As】另存为对话框的【File name】文件名称栏输入“Pendulum”。在【Save in】保存在下拉列表中选择一个合适的目录，单击【Save】保存按钮。单击【OK】确定按钮。

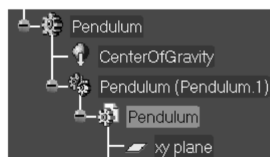


图 22-8　从模型树选择【Pendulum】

22.4　钟摆动力学模拟

（1）添加一个旋转铰

先显示出第一个零件，从模型树选择 Ceiling（Ceiling. 1）。单击【Hide/Show】隐藏/显示图标，显示后如图 22-9 所示。

从模型树上双击【Analysis Model】，激活 LMS 的【运动】工作台。单击【Bracket Joint】支架图标右下角的的箭头，显示【Joints】铰工具栏。单击【Revolute Joint】旋转铰图标，打开【Revolute Joint】旋转铰对话框。从图形中选择天花板中孔的中心线，如图 22-10 所示。

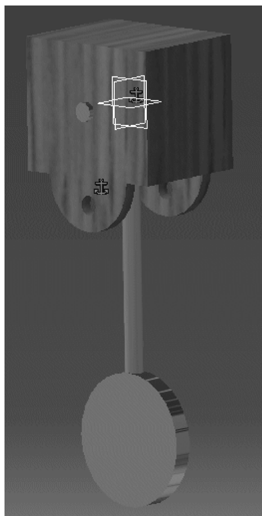


图 22-9　同时显示两个零件的钟摆

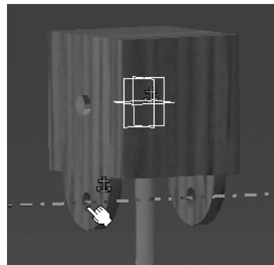


图 22-10　在图形中选择天花板中孔的中心线

从模型树中天花板零件下选择【zx plane】zx 平面。选择钟摆的水平圆柱的中心线，如图 22-11 所示。

从模型树中钟摆零件下选择【zx plane】zx 平面。单击【OK】确定按钮，在模型上创建旋转铰，如图 22-12 所示。

（2）对旋转铰添加一个铰驱动

单击【One-Body Driver】一个体驱动图标右下角的箭头。单击【Joint Driver】铰驱动器图标。单击【Joint】铰栏，从模型树或者图形区选择【Revolute Joint. 1】。从【Type】类型下拉列表中，

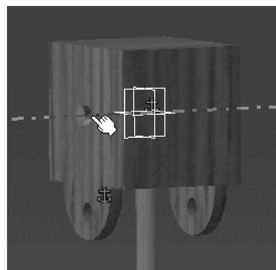


图 22-11　选择钟摆的水平圆柱的中心线

选择【REL. ANGLE】。在【Function】函数栏单击，然后右击，在弹出的快捷菜单中选择【New】新，如图 22-13 所示，这个操作会弹出【TimeAngle Function】时间-角度函数对话框。

从【Function Type】函数类型下拉列表中选择【HARMONIC】谐波。在【Harmonic】谐波栏内分别输入 90，30，0。单击【OK】确定按钮，在模型树【Data】下显示一个 TimeAngle Function。单击【OK】确定按钮，关闭【Joint Driver】铰驱动器对话框。

（3）求解模型

双击模型树上的【Solution Set】求解集（位于 Analysis Model → AnalysisCase. 1）。从【Analysis Type】分析类型下拉列表中选择【DYNAMIC】谐波。在【Ending Time】结束时间输入 10s，设置【Solution Directory】求解目录到当前模型的工作目录。单击【OK】确定按钮。

单击【Compute Solution】计算求解图标。如果没有发生任何动作，则在模型树上选择【Solution Set】求解集合。显示【Computing】计算对话框，模型在几秒内计算完成。单击【Close Window】关闭窗口按钮。在模型树【Links Manager】连接管理器下面出现一个结果文件。

（4）动画显示模型

求解模型建立后，可以动画模拟模型的计算结果。要动画显示结果，需要进行下面的操作：

从模型树选择【Solution Set】求解集合。单击【Animate】动画图标。打开【Player】播放工具栏。单击【Parameters】参数图标，打开【Player Parameters】播放器参数对话框。从【Sampling Step】例题步下拉列表中选择 0. 05s，如图 22-14 所示。

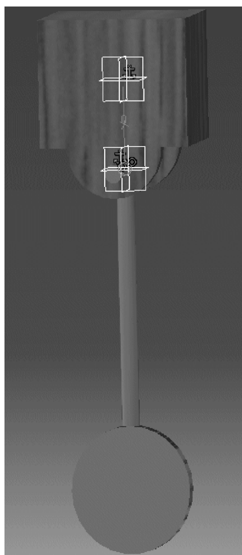


图 22-12　在模型上创建旋转铰



图 22-13　在弹出的快捷菜单中选择【New】

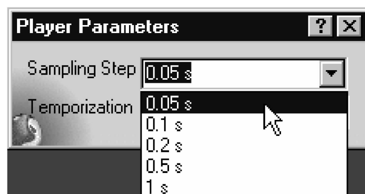


图 22-14　【Sampling Step】例题步下拉列表

单击【Play Forward】向前播放图标。载出单击【Animate】动画图标，关闭【Player】播放器工具栏。

（5）绘制模拟过程中的轨迹

单击【New Animation Scene】新动画场景按钮。一个新的动画场景显示在模型树下（位

于 Animation Scenes 下面）。单击【New Animation Scene】新动画场景按钮右下角的箭头，显示【Animation Tools】动画工具工具栏。单击【Animation Trace】动画轨迹图标，打开【Body Trace】体轨迹对话框。在【Name】名称栏内输入【Pendulum Trace】。

单击【Body】体栏，从模型树选择【Analysis Model】分析模型→【Bodies】体→【Pendulum】。在【Starting Time】开始时间输入 0.5，在【Ending Time】结束时间输入 1.5。单击【OK】确定按钮，接受设置的参数关闭对话框。轨迹出现在模型树中 Scene.1 的下面。

（6）在动画模拟过程中包含轨迹：

从模型树中选择【Pendulum Trace】。按下〈Ctrl〉键，同时从模型树上选择【Solution Set】求解集合。（此时在模型树上两个项目同时都被选中。）单击【Animate】动画图标。像正常一样进行动画模拟显示，如图 22-15 所示。



图 22-15 动画模拟显示模型

（7）保存模型

在继续进行之前，保存模型。从【File】文件菜单，选择【Save All】全部保存。

（8）图像显示模拟结果

单击【Open Motion Graph】打开动画图像按钮。

在【X-axis】x 轴单击【Analysis Case】分析算题单选按钮，单击右侧窗口中模型树上的【AnalysisCase】。模拟时间自动绘制在 x 轴。在【Y-axis】y 轴单击【Search】查找按钮，通过选择【Y-axis】y 轴下面的【Pendulum：wy】，如图 22-16 所示，选择 y 轴的参数。

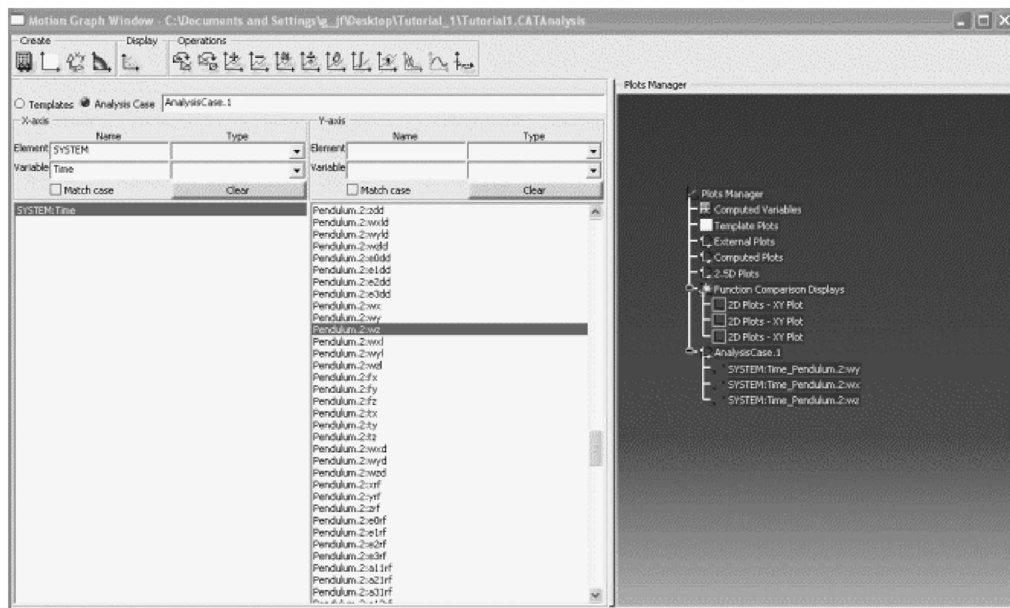


图 22-16 选择【Y-axis】下面的【Pendulum：wy】

单击【Create Plots】创建绘制图标，新的绘图名称显示在右侧窗口模型树的 AnalysisCase. 1 下面，如图 22-17 所示。

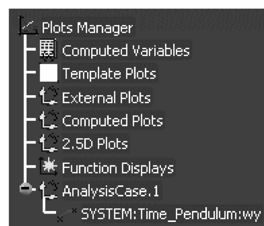


图 22-17 绘图名称显示在右侧窗口模型树的 AnalysisCase. 1 下面

(9) 在图形中显示绘制曲线

从模型树选择【SYSTEM:Time_Pendulum:wy】。单击【New Function Display】新函数显示按钮。从列表中选择【2D Plots】2 维绘制，然后单击【Next】下一个。从列表中选择【XY Plot】xy 绘制。单击【Finish】按钮，显示新的绘图窗口，绘制曲线 SYSTEM: Time_ Pendulum: wy。绘制的曲线如图 22-18 所示。

(10) 创建快速绘图

切换到【Tutorial1. CATAnalysis】窗口。(从【Window】窗口菜单选择【Tutorial1. CATAnalysis】)。在模型树上【Analysis Model】分析模型分支下，右击体【Pendulum】。选择【 New Function Display】新函数显示，并且选择【SYSTEM:Time】和【Pendulum:wy】，绘制出与上图相同的图像。

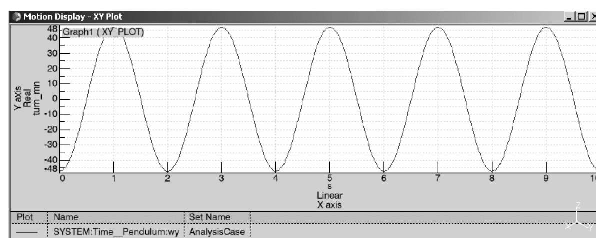


图 22-18 曲线 SYSTEM: Time_ Pendulum: wy

第 23 章　电　　扇

此模型包括 3 个物体：基座、电动机和叶片。基座固定在地面不动，叶片物体上包括 4 个扇片和一个转动轴。电动机是一个圆柱体。为了使电扇旋转，用谐波函数定义一个角度驱动，驱动旋转铰运动。

23.1　单位设置

（1）进入 LMS 的机械设计模块

单击【Start】开始→【Motion】运动→【Mechanism Design】机械设计。

（2）设置单位

选择【Tools】工具菜单→【Options】选项。从左边的模型树选择【General】常规→【Parameters and Measure】参数和测量。单击【Units 】单位选项卡。从【Units】单位列表中选择【Length】长度，从下面的下拉列表中选择【meter（m）】米（m）。从【Units】单位列表中选择【Mass】质量，从下面的下拉列表中选择【Kilogram（kg）】千克（kg）。从左边的模型树选择【Infrastructure】基础结构→【Part Infrastructure】零件基础结构。勾选【Update/Automatic】更新/自动选项。单击【OK】确定，关闭【Options】选项对话框。

23.2　创建基座

（1）创建 Base Body

单击【Body From a New Part】创建自新零件的体图标，打开【Body】体对话框，在【Name】名称栏内输入【Base】。单击【Product Node】，从模型树选择【Product1_ROOT】。从【Fixed to Ground】下拉菜单中选择【true】真。单击【OK】。体显示在模型树中。

（2）创建基座几何草图

从模型树中双击【xy plane】xy 平面，（位于【Product1_Root】→【BASE（Base.1）】→【Base】）。单击【Sketch】草图编辑器图标。单击【Rectangle】矩形图标单击【Circle】圆图标。在原点心（0,0）单击，创建半径为 0.15m 的圆。如果看不到圆，可以放大或者缩小一下视图（使用或者图标）单击【Exit Workbench】退出工作台图标。单击【Pad】凸台图标。在【Length】长度栏内输入 -0.08m。单击【OK】确定按钮。

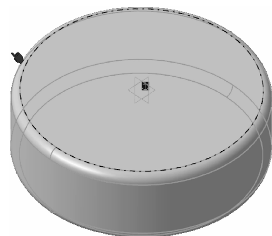


图 23-1　创建的基座

单击【Edge Fillet】棱边倒圆角图标，弹出【Edge Fillet Defi-

nition】倒圆角定义对话框。在【Radius】半径栏内输入0.01m。选择模型的上、下两个底面。单击【OK】确定按钮，关闭【Edge Fillet Definition】倒圆角定义对话框，完成倒圆角。创建的基座如图23-1所示。



图23-2 【草图工具】工具栏

（3）创建支撑杆

选择模型树上的【xy plane】xy平面。单击【Sketch】草图编辑器图标。单击【Circle】圆图标。在原点心（0,0）单击创建圆，半径为0.015m。如果在【草图工具】工具栏内，如图23-2所示，激活了【尺寸约束】图标，则在草图中可以自动生成约束尺寸。如果没有激活【尺寸约束】图标，为例后面的仿真，则需要进行下面步骤的操作。

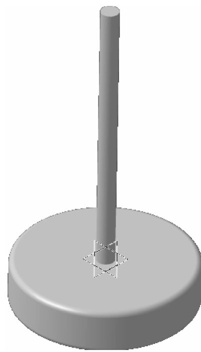


图23-3 包含两个拉伸形状的基座模型

单击【Constraint】约束图标，对圆草图创建约束半径为0.015m。如果【Constraint Definition】约束定义对话框显示的是直径约束，可从对话框的尺寸下拉菜单中选择半径，重新定义。单击【Exit Workbench】退出工作台图标。单击【Pad】凸台图标。在【Length】长度栏内输入0.5m。单击【OK】确定按钮，创建的基座模型如图23-3所示。

单击【Apply Material】应用材料图标。单击【Metal】金属选项卡，选择【Steel】钢铁。单击【OK】确定按钮。保存零件模型和分析模型(保存方法参见第22章内容)。

23.3 创建电动机

（1）隐藏第一个物体

从模型树中选择【Base（Base.1）】。单击【Hide/Show】隐藏/显示图标。

（2）创建Motor电动机物体

从模型树上双击【Analysis Model】，激活LMS的【运动】工作台。单击【Body From a New Part】创建自新零件的体图标。命名体为电动机。在对话框单击【Product Node】产品节点栏，从模型树选择【Product1_Root】。从【Fixed to Ground】固定到地面下拉列表中选择【false】假。单击【OK】确定按钮。新的体显示在模型树上。

使用yz plane平面，在草图编辑器内创建圆草图半径为0.08m。离开草图工作台，拉伸草图为圆柱，拉伸的长度设置为0.08m，勾选【Mirrored extent】镜像延伸选项。使用xy plane平面，在草图编辑器内创建圆草图半径为0.015m。单击【Constraint】约束图标，对圆草图创建约束半径为0.015m。如果【Constraint Definition】约束定义对话框显示的是直径约束，

可从对话框的尺寸下拉菜单中选择半径，重新定义。单击【Exit Workbench】退出工作台图标。

单击【Pocket】凹槽图标。从【Type】类型下拉列表中选择【Up to last】直到选项。从【Selection】选择 Sketch. 2，或者直接从模型树上选择。单击【OK】确定按钮。单击【Sketch】草图编辑器图标。在图形区选择圆柱的一个端面，如图 23-4 所示。

在草图编辑器内创建圆草图半径为 0. 015m。单击【Constraint】约束图标，对圆草图创建约束半径为 0. 015m。单击【Exit Workbench】退出工作台图标。

单击【Pocket】凹槽图标。从【Type】类型下拉列表中选择【Dimension】尺寸选项，长度尺寸为 0. 06m。从【Selection】选择 Sketch. 3，或者直接从模型树上选择。单击【OK】确定按钮，创建的电动机零件如图 23-5 所示。对零件应用钢铁材料，并且保存零件。

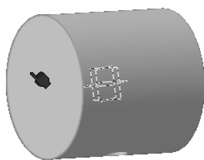


图 23-4　在图形区选择圆柱的一个端面

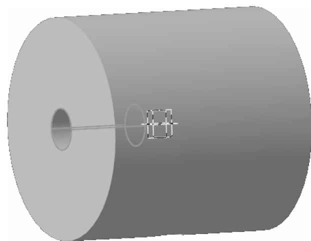


图 23-5　创建的电动机零件

23. 4　创建铰和驱动函数

（1）添加旋转铰

单击【Swap visible space】切换显示空间图标，显示基座零件。双击【Product1_Root】→【Base（Base. 1）】→【Base】→【Part Body】零件几何体，激活零件设计工作台。单击【Plane】平面图标，创建一个参考平面。参考面选择基座凸台 2 的上顶面，偏移距离为 0，如图 23-6 所示。

单击【Swap visible space】切换显示空间图标，显示电动机零件。双击模型树上的【Analysis Model】，激活【Motion】运动工作台。单击【Revolute Joint】旋转铰图标。如果工具栏内没有显示该图标，可以单击【Bracket Joint】支架铰图标右下角的下拉箭头，显示【Joints】铰工具栏，其中在该图标。选择电动机上与中心线垂直的孔中心线，如图 23-7 所示。

在【Motor】体下，从模型树上选择【xy plane】。单击【Swap visible space】切换显示空间图标，显示基座零件。选择基座的垂直轴，如图 23-8 所示。

选择之前创建的位于基座顶部的参考平面。单击【Swap visible space】切换显示空间图标，显示电动机零件。此时【Revolute Joint】旋转铰对话框如图 23-9 所示。

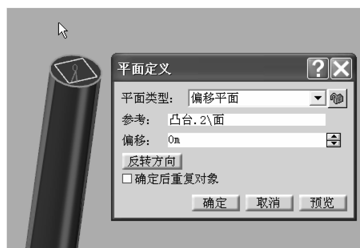


图 23-6　参考平面定义

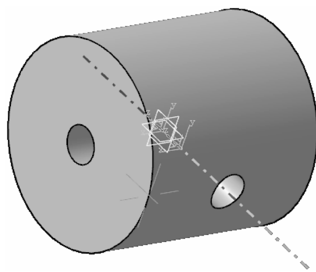


图 23-7　选择电动机上与中心线垂直的孔中心线

单击【确定】按钮，关闭对话框。显示【Base】基座零件。

（2）添加铰位置驱动函数

双击模型树上的【Analysis Model】分析模型，激活【Motion】运动工作台。单击【Joint Position Driver】铰位置驱动器图标，如果没有显示该图标，则单击【One-Body Position Driver】一个体位置驱动器图标右下角的箭头，可以显示铰位置驱动器图标。单击【Joint Position Driver】铰位置驱动器对话框内的【Joint】铰栏，从模型树选择【Revolute Joint. 1】。

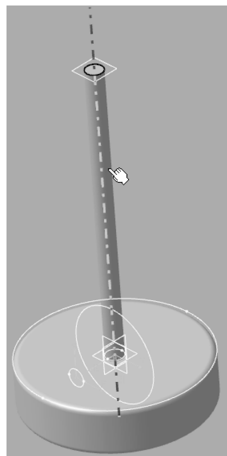


图 23-8　选择基座的垂直轴

在【Type】类型下拉列表框内选择【REL. ANGLE】。先单击【Function】函数栏，然后右击，在弹出的快捷菜单中

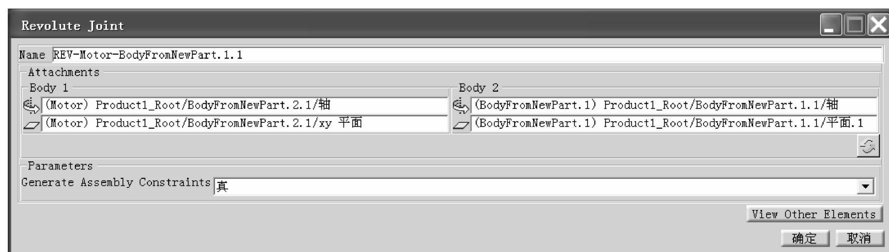


图 23-9　【Revolute Joint】旋转铰对话框的设置

选择【New Function】新函数，此时会激活新函数定义对话框。在【Function Type】函数类型下拉列表框内选择【HARMONIC】谐波函数。在【Harmonic】谐波对应的栏内输入 90，20，0。单击【OK】确定按钮。在模型树上显示一个函数 TimeAngle Function. 1。单击【Joint Position Driver】铰位置驱动器对话框内的【OK】确定按钮，关闭对话框。

23. 5　创建叶片零件

（1）创建 blades Body

隐藏基座和电动机零件。切换到【Motion】运动工作台，创建新的体，在【Name】名称栏内指定零件名称为 blades，单击【Product Node】，从模型树中选择【Product1 _ROOT】。从

【Fixed to Ground】下拉菜单中选择【false】(假)。单击【OK】，体显示在模型树中。

双击模型树上的【yz plane】yz 平面。单击【Sketch】草图编辑器图标。单击【Rectangle】矩形图标。单击【Circle】圆图标。在原点心（0,0）单击创建圆，半径为 0.015m。如果看不到圆，可以放大或者缩小一下视图(使用或者图标)。单击【Constraint】约束图标，对圆草图创建约束半径为 0.015m。单击【Exit Workbench】退出工作台图标。

单击【Pad】凸台图标。在【Length】长度栏内输入 0.1m。单击【OK】确定按钮。

（2）创建叶片

为创建复杂的叶片形状，先创建一个新坐标系。双击模型树上的【yz plane】yz 平面。单击【Start】开始→【Geometry】几何→【Wireframe and Surface Geometry】线框和曲面几何，进入线框和曲面几何工作台。单击【Point】点图标，在【Point definition】点定义对话框内，【Point type】点类型选择【Coordinates】坐标，在【X =】栏内输入 0.08，单击【OK】确定按钮。

从主菜单中单击【Insert】插入→【Axis System】坐标系。从【Axis system】轴系类型选择【Euler Angles】欧拉角。单击【Origin】原点栏，从模型树上或者图形区选择【Point.1】(Product1_Root → blades(blades.1) → PartBody → Point.1)。在【Angle 3】角度 3 栏内输入 15deg。单击【OK】确定按钮，新的坐标系出现在模型树【Blades】下面。隐藏【Blades】体下面的【xy】、【yz】、【zx】平面，隐藏【GlobalFixedToGroundPart】。单击【Sketch】草图编辑器图标。从图形区的【Axis System.1】上选择【yz plane】，如图 23-10 所示。

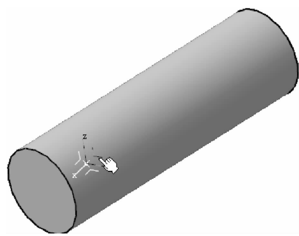


图 23-10　选择的【yz plane】

单击【Spline】样条线图标。绘制一条样条曲线，其开始点和结束点都在(0,0)，中间有 4 个点，如图 23-11 所示。

单击【Exit Workbench】退出工作台图标。单击【Start】开始→【Geometry】几何→【Solid Geometry】实体几何，重新切换到实体几何工作台。单击【Pad】凸台图标。在【Length】长度栏内输入 0.01m。单击【OK】确定按钮。创建一个叶片，形状如图 23-12 所示。

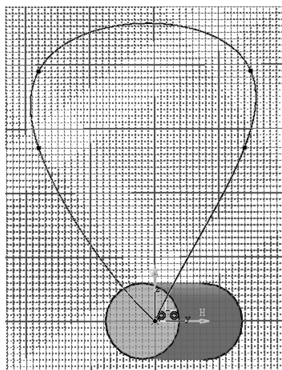


图 23-11　绘制的样条曲线

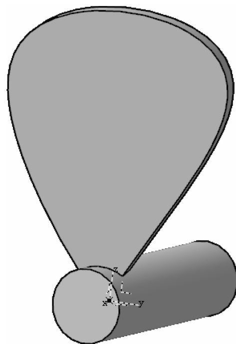


图 23-12　创建的一个叶片

下面使用阵列功能，排列出更多的叶片。从模型树上选择【Pad. 2】。（位于【Blades】→【PartBody】下面）。单击【Circular Pattern】圆形阵列图标，如果没有显示该图标，则单击【Rectangular Pattern】矩形阵列图标的右下角的箭头，打开【Patterns】阵列工具栏。弹出【定义圆形阵列】对话框，在【实例】栏内输入【4】。在【参数】栏内选择完整径向。单击【参考元素】栏，选择叶片底部的圆柱面作为参考面，如图 23-13 所示。

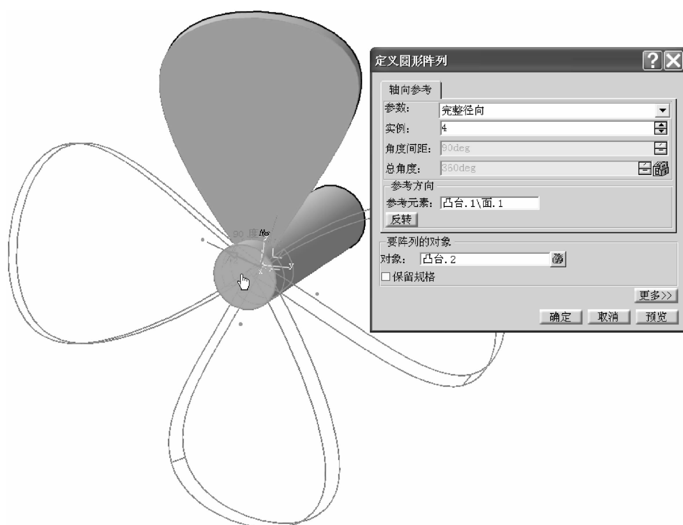


图 23-13　选择叶片底部的圆柱面作为参考面

单击【OK】确定按钮。创建阵列的叶片形状。对零件应用钢铁材料，并且保存零件。

（3） 添加旋转铰

双击【Product1_Root】→【Motor（Motor1）】→【Part Body】，激活电机的几何图形工作台。单击【Plane】参考平面图标，创建平面。创建的参考平面是电机底部内孔的底表面，偏移距离为 0，如图 23-14 所示。

双击【Product1_Root】→【Blades（on Blades. 1）】→【Part Body】，激活叶片的几何图形工作台。单击【Plane】参考平面图标，创建平面。创建的参考平面是叶片底部的表面，偏移距离为 0，如图 23-15 所示。

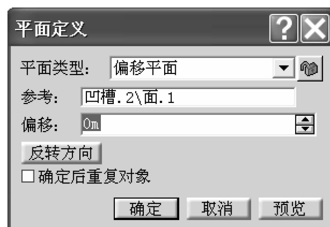


图 23-14　【平面定义】对话框内的参数

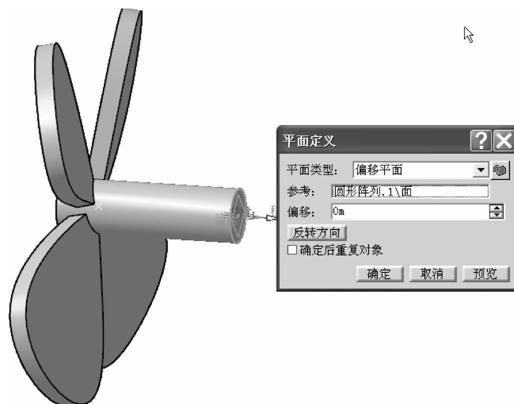


图 23-15　【平面定义】对话框内的参数

双击模型树上的【Analysis Model】，激活【Motion】运动工作台。单击【Revolute Joint】旋转铰图标。选择叶片水平轴中心线，如图23-16所示。

从模型树上选择叶片上创建的参考平面。选择电机的水平中心线，如图 23-17 所示。

从模型树上选择电机上创建的参考平面。所有选择完成后，【Revolute Joint】旋转铰对话框显示结果如图 23-18 所示。

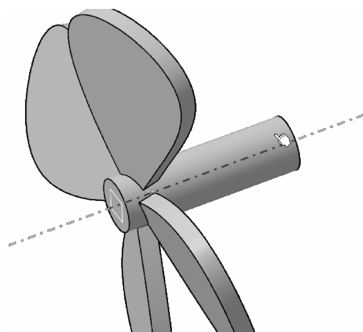


图 23-16　选择叶片水平轴中心线

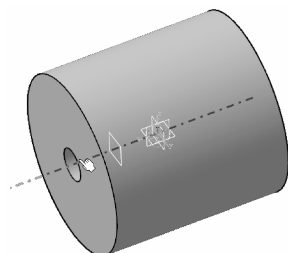


图 23-17　选择电机的水平中心线

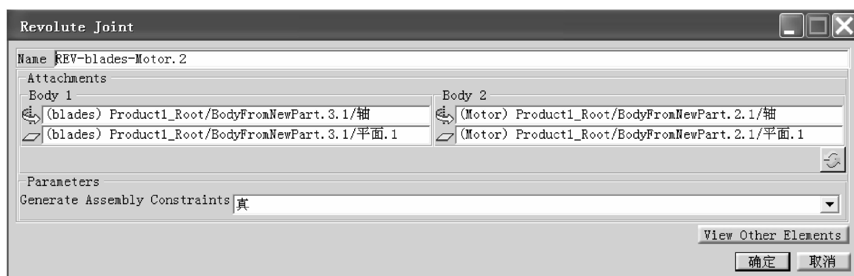


图 23-18　【Revolute Joint】旋转铰对话框显示结果

单击【OK】确定按钮。单击【Hide/Show】隐藏/显示图标，显示基座。装配完整的风扇如图 23-19 所示。

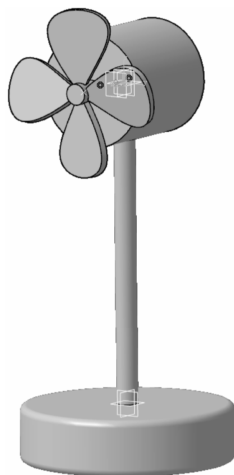


图 23-19　完整的风扇模型

（4）添加铰驱动器

双击模型树上的【Analysis Model】，激活【Motion】运动工作台。单击【Joint Position Driver】铰位置驱动器图标，如果没有显示该图标，则单击【One-Body Position Driver】一个体位置驱动器图标右下角的箭头，可以显示铰位置驱动器图标。单击【Joint Position Driver】铰位置驱动器对话框内的【Joint】铰栏，从模型树选择【Revolute Joint. 2】。在【Type】类型下拉列表框内选择【REL. ANGLE】。先单击【Function】函数栏，然后右击，在弹出的快捷菜单中选择【New Function】新函数，此时会激活新函数定义对话框。在【Function Type】函数类型下拉列表框内选择【POLYNOMIAL】多项式函数。在【Polynomial】多项式对应的栏内输入 60，0，和 0。单击【OK】确定按钮。在模型树上显示一个函数 Time-

Angle Function. 2。单击【Joint Position Driver】铰位置驱动器对话框内的【OK】确定按钮，关闭对话框。

23.6 求解和后处理

（1）求解模型

双击模型树上的【Analysis Model】，确保在【Mechanism Design】机械设计工作台。双击模型树上的【Solution Set】。在弹出的对话框内把【Ending Time】结束时间设置为 10s。把【Solution Directory】求解目录设置为文件所保存的目录。单击【OK】确定按钮。单击【Compute Solution】计算求解图标求解。

（2）动画显示模型

在求解完成后，可以动画显示模型。从模型树上选择【Solution Set】求解集合。单击【Animate】动画图标，打开【Player】播放器工具栏。单击【Parameters】参数按钮，打开【Player Parameters】播放器参数对话框。从【Sampling Step】采样步长下拉列表框内选择 0.05 s。单击【Play Forward】向前播放按钮。再次单击【Animate】动画图标，关闭【Player】播放器工具栏。

（3）图形显示结果

单击【Open Motion Graph】打开运动图形窗口图标，打开运动图形窗口，如图 23-20 所示。

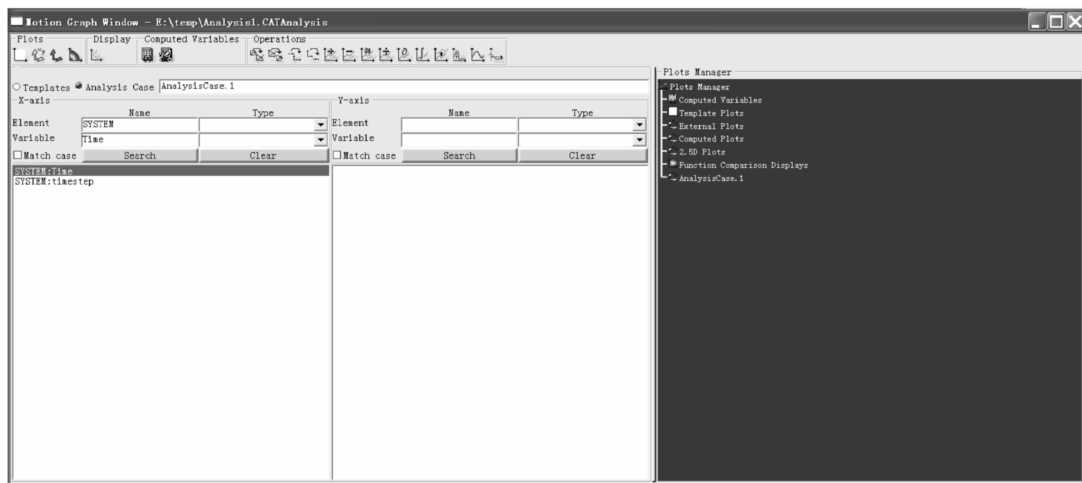


图 23-20　运动图形窗口

单击【Analysis Case】分析算题点选框，在右侧的模型树上选择【AnalysisCase. 1】。模拟的时间自动显示在【X-axis】x 轴域内。在【Y-axis】Y 轴域内【ElementName】元素名称栏内输入【blades】，在【Type】类型下拉列表框内，选择【Body】体。在下面的列表【Y-axis】Y 轴域内，按下 <Ctrl> 键，选择【blades:x】和【blades:y】。单击【Create plots】创建绘图图标，新的

图显示在模型树【AnalysisCase. 1】下面。

要显示绘制的图形，需要进行如下操作：

单击【New Display】新函数显示图标。从出现的菜单列表中选择【2D Plots】2D 绘制，然后单击【Next】下一步图标。从出现的菜单列表中选择【XY Plot】XY 绘制。单击【Finish】完成按钮，显示新绘制的图形窗口，如图 23-21 所示。

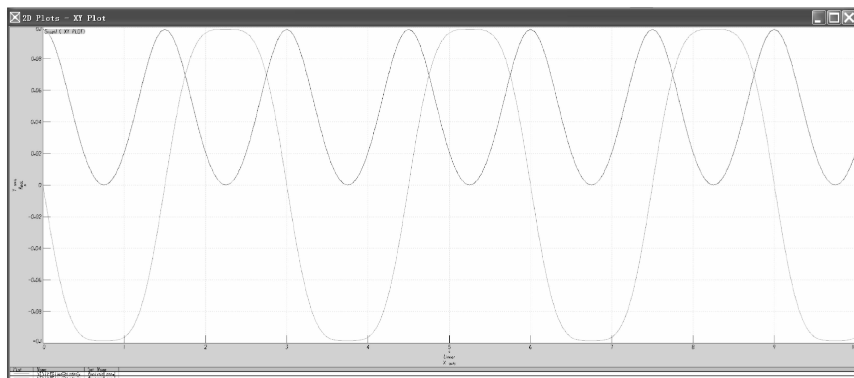


图 23-21　新绘制的图形窗口

23.7　定义三点力

（1）把铰驱动器替换为 RSDA 力

从【Window】窗口菜单中选择【Analysis1. CATAnalysis】。在模型树上选择元素【Joint Driver. 2】，右击，在弹出的快捷菜单中选择【Delete】删除。在【Forces】力工具栏内单击【Beam】梁图标右下角的箭头。在【Forces】力工具栏内单击【RSDA】图标。【Revolute/Cylindrical Joint】旋转/圆柱铰栏内单击，从模型树上选择【Revolute Joint. 2】。在【Actuator Torque】激励扭矩栏内输入 -1 Nxm，如图 23-22 所示。单击【确定】按钮，关闭对话框。

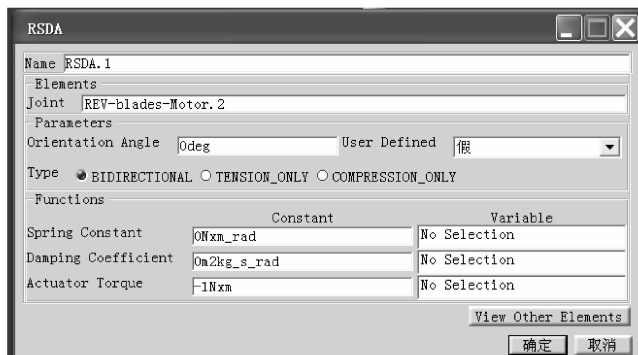


图 23-22　【RSDA】对话框内的选项

（2）求解和动画显示模型

单击模型树上的【Solution Set】。单击【Compute Solution】计算求解图标。单击模型树上的【Solution Set】。单击【Animate】动画图标，打开【Player】播放器工具栏，动画播放电

扇运动过程。

（3） 添加 3 点力到 Revolute Joint. 2

前面讲解的是施加多项式驱动器和 RSDA 力驱动电扇转动。3 点力单元也可以用来驱动电扇转动。要定义力单元，需要定义 3 个点。有两种方法定义 3 点力单元。一种方法是定义单元为平动力，另一种方法是定义单元为转动力矩。

定义力需要用两个点定义力矢量，并指定力的正方向，另外第三个点用来指定力的作用点。要定义力矩，两个点用来定义轴，并提供力矩的正方向，另外第三个点用来定义力矩作用点。本章中，在单独的一个叶片上定义三个草图点，用它们定义力。

在模型树上右击【RSDA. 1】，在弹出的快捷菜单中选择【Delete】删除选项。双击【Blades】(位于【Link. 1】→【Product1_ROOT】→【Blades (Blades. 1)】)。单击【Start】开始→【Geometry】几何 →【Wire-frame and Surface Geometry】线框和曲面几何，进入线框和曲面几何工作台。单击【Point】点图标，在【Point definition】点定义对话框内，【Point type】点类型选择【Coordinates】坐标，在【Z =】栏内输入 0. 125m(X 和 Y 值保持为 0)，单击【OK】确定按钮。单击【Reference/Point】参考/点栏，从模型树上选择【Point. 1】(位于【Blades】→【PartBody】下面)。单击【确定】按钮，关闭对话框。

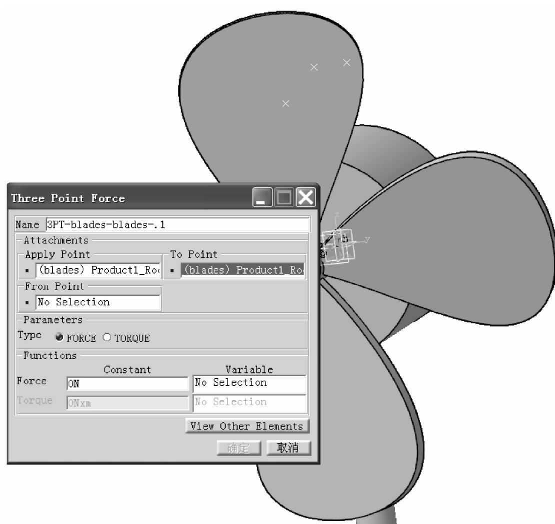


图 23-23 【Three Point Force】三点力对话框选择的【Point. 4】

再创建另外两个点，使用【Point. 1】作为参考点，输入的坐标分别为(0,0. 025, 0. 15)，(0, 0. 05, 0. 15)。

双击模型树上的【Analysis Model】，确保在【Mecha-nism Design】机械设计工作台。在【Forces】力工具栏内单击【RSDA】图标右下角的箭头。在【Forces】力工具栏内单击【Three Point Force】三点力图标。单击【Apply Point】作用点栏，从模型树上选择【Point. 2】。该点代表力的作用点。单击【To Point】指向点栏，从模型树上选择【Point. 4】，如图 23-23 所示。

单击【From Point】起始点栏，从模型树上选择【Point. 3】。在【Force】力栏内输入 20N。【Three Point Force】三点力对话框和图形上的显示如图 23-24 所示。单击【确定】按 钮，关闭对话框。

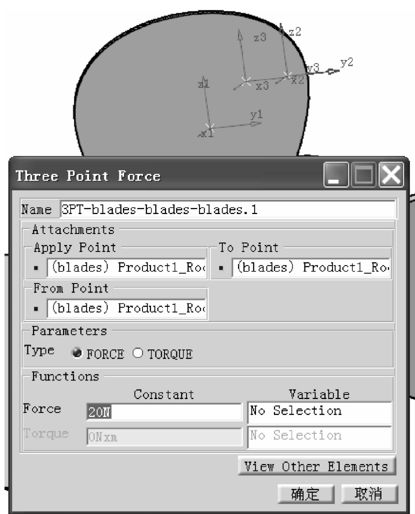


图 23-24 【Three Point Force】三点力对话框和图形上的显示

（4） 求解和动画显示模型

单击模型树上的【Solution Set】。单击【Compute

Solution】计算求解图标。单击模型树上的【Solution Set】。单击【Animate】动画图标，打开【Player】播放器工具栏，动画播放电扇运动过程。

23.8　创建增强的可视化图

（1）查看体的材料属性

单击主菜单中的【View】视图【→ Render Style】渲染样式→【Customize View】自定义视图。在对话框内勾选【Materials】材料选项，如图 23-25 所示。单击【确定】按钮，关闭对话框。

（2）在模型上添加地面

单击主菜单中的【View】视图→【Ground】地线。在视图中电扇下面添加地面，如图 23-26 所示。

（3）改变光线

单击主菜单中的【View】视图→【Lighting】照明，在【Light Sources】光源对话框内选择不同的按钮选项，选择不同的光源。改变对散射、漫射和反射所对应的滑块值，调整图形显示，如图23-27所示。

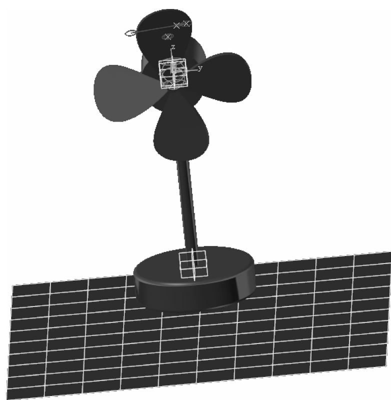


图 23-26　视图中在电扇下面添加地面

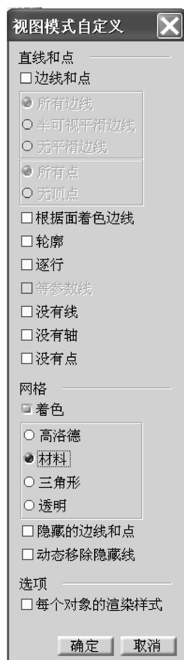


图 23-25　对话框内勾选【Materials】材料选项

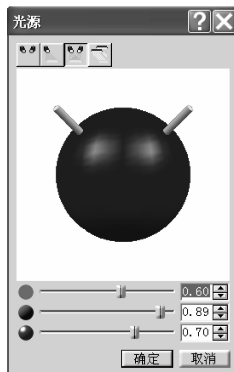


图 23-27　变对散射、漫射和反射所对应的滑块值

第 24 章　球与拉伸面的接触

本章主要讲解一个球体与长方体拉伸曲面的弹性接触问题。主要内容是建立球体模型、长方体模型，并定义球与长方体接触碰撞后的弹跳。完整定义后的模型如图 24-1 所示。

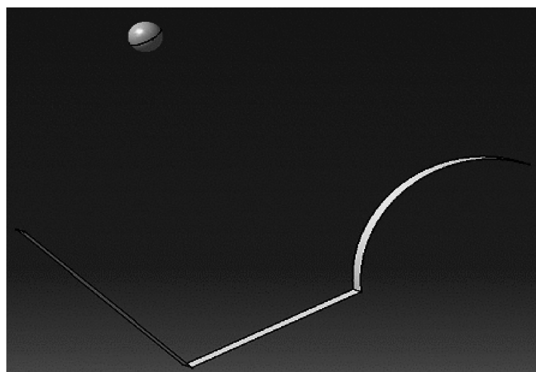


图 24-1　完整定义后的模型

24.1　单位设置

（1）进入 LMS 的机械设计模块

单击【Start】开始→【Motion】运动→【Mechanism Design】机械设计。

（2）设置单位

选择【Tools】工具菜单→【Options】选项。从左边的模型树选择【General】常规→【Parameters and Measure】参数和测量。单击【Units 】单位选项卡。从【Units】单位列表中选择【Length】长度，从下面的下拉列表中选择【meter（m）】 米（m）。从【Units】单位列表中选择【Mass】质量，从下面的下拉列表中选择【Kilogram（kg）】 千克（kg）。单击【OK】按钮，关闭【Options】选项对话框。

24.2　创建长方体

（1）创建 Extrude Body

单击【Body From a New Part】创建自新零件的体图标，打开【Body】体对话框。在【Name】名称栏内输入【Extrude】。单击【Product Node】，从模型树选择【Product1_ROOT】。从【Fixed to Ground】下拉菜单中选择【true】真。单击【OK】按钮。体显示在模型树中。

（2）定义【Ball】球体

单击【Body From a New Part】创建自新零件的体图标，打开【Body】体对话框。在

【Name】名称栏内输入【Ball】。单击【Product Node】，从模型树选择【Product1_ROOT】。从【Fixed to Ground】下拉菜单中选择【false】假。单击【OK】。体显示在模型树中。

（3）创建零件几何体

在模型树上双击【Product1_Root】，激活【Product Structure】产品结构工作台。在此工作台上，所有罗盘放到零件上时，方向都是相对于整个装配产品的方向。在罗盘的右上角右击，在弹出的快捷菜单中选择【Snap Automatically to Selected Object】自动捕捉选定的对象，如图 24-2 所示。

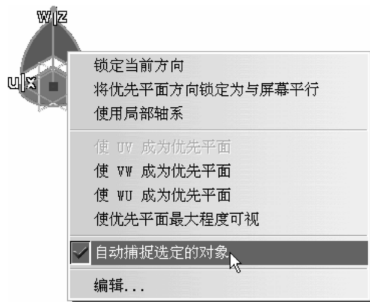


图 24-2　快捷菜单中选择【Snap Automatically to Selected Object】自动捕捉选定的对象

在模型树上，【Product1_Root】→【Ball（Ball. 1）】→【Ball】，双击【xy plane】xy 平面。罗盘自动移动到球零件的原点，并且改变为绿色显示，这表明罗盘已经指定到球零件上。双击罗盘，会弹出【Parameters for Compass Manipulation】用于指南针操作的参数对话框，如图 24-3 所示。如果双击罗盘后无法弹出【Parameters for Compass Manipulation】用于指南针操作的参数对话框，则在罗盘上右键单击，在快捷菜单中选择【Edit】编辑选项，如图 24-4 所示。

在对话框内，设置【Along Z】沿 z 参数为 0. 5m，单击【Apply】应用按钮。Ball 球零件的原点移动到 Extrude 拉伸零件原点的上方（由于移动距离过大，点位于图形区外，需要缩小才能看到。）单击【Close】关闭按钮，关闭对话框。



图 24-3　【Parameters for Compass Manipulation】用于指南针操作的参数对话框

如果罗盘不可见，单击【Fit All In】全部适应图标，使罗盘重新显示在图形区。拖动罗盘的红色原点到图形的空白区域，使罗盘复位。在罗盘上右键单击，在弹出的快捷菜单中关闭【Snap Automatically to Selected Object】自动捕捉选定的对象。

在模型树【Links Manager. 1】→【Link. 1】→【Product1_Root】→【Ball（Ball. 1）】下面，双击【Ball】，激活【Solid Geometry】实体几何工作台。

单击【Start】开始→【Geometry】几何→【Wireframe and Surface Geometry】线框和曲面几何，进入线框和曲面几何工作台。如果线框和曲面几何工作台图标已经显示，则不必进行本步骤的操作。

单击【Point】点图标，在【Point definition】点定义对话框内，【Point type】点类型选择【Coordinates】坐标，采用默认的值，单击【OK】确定按钮。

单击【Sphere】球图标，弹出【Sphere Surface Definition】球面曲面定义对话框。选择刚才创建的点作为球心。把球的半径设置为 0. 01m。选择位于【Sphere Limitations】球面限制区

下面的【Create the whole sphere】创建完整球面图标，如图 24-5 所示。单击【OK】确定按钮，关闭对话框，创建球。

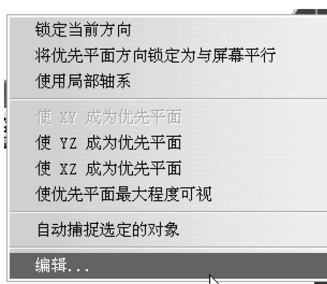


图 24-4 在快捷菜单中选择【Edit】编辑



图 24-5 选择【Create the whole sphere】创建完整球面图标

单击【Fit All In】全部适应图标。单击【Start】开始→【Geometry】几何→【Solid Geometry】实体几何，重新切换到实体几何工作台。单击【Thick Surface】厚曲面图标右下角的下拉箭头，选择【Close Surface】封闭曲面图标。选择【Links Manager. 1】→【Link. 1】→【Product1_Root】→【Ball（Ball. 1）】→【Ball → PartBody】→【Sphere. 1】作为封闭的对象。单击【OK】确定按钮，关闭对话框，封闭球面。

双击模型树上的【Analysis Model】→【Nodes and Elements】，返回到【Mechanism Design】机械设计工作台。下面定义 Extrude 物体的几何形状。在模型树【Links Manager. 1】→【Link. 1】→【Product1_Root】→【Extrude（Extrude. 1）】下，双击【Extrude】，激活该零件。从模型树上选择【zx plane】zx 平面，单击【Sketcher】草图编辑器图标。

进入【Sketcher】草图编辑器后，单击【Line】线段图标，创建图 24-6 所示的曲线图形。

选择【Select the Three Point Arc】3 点弧图标，在线的末端增加一段圆弧。单击【Exit Workbench】退出工作台图标，退出草图编辑器。

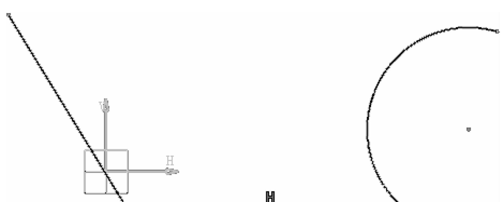


图 24-6 曲线草图

单击【Start】开始→【Geometry】几何→【Wireframe and Surface Geometry】线框和曲面几何，进入线框和曲面几何工作台。如果线框和曲面几何工作台图标已经显示，则不必进行本步骤的操作。

从【Surfaces】曲面工具栏内单击【Extrude】拉伸图标，弹出对话框，其中【Profile】轮廓栏内已经显示 Sketch. 1。单击【Direction】方向栏。在模型树【Product1_ROOT】→【Extrude（Extrude. 1）】→【Extrude】下，选择【zx plane】zx 平面。在对话框的【Extrusion Limits】拉伸限制区，在【Limit 1】限制 1 和【Limit 2】限制 2 栏内都输入 0. 02。单击【OK】确定按钮，关闭对话框。

要根据此拉伸面定义厚曲面。这样球与拉伸接触单元作用时，可以允许有一定深度的材料穿透。单击【Start】开始→【Geometry】几何→【Solid Geometry】实体几何，重新切换到实体几何工作台。单击【Thick Surface】厚曲面图标。在对话框内选择【Object to offset】要偏移的对象栏，然后从模型树上选择【Extrude. 1】拉伸 . 1，位于【Links Manager. 1】→【Link. 1】→【Product1_Root】→【Extrude（Extrude. 1）】→【Extrude】→【PartBody】→【Extrude. 1】拉伸 . 1。在【Thick Surface Definition】后曲面定义对话框内，设置【First Offset】第一偏移栏为 0. 01m。如果箭头的方向指向拉伸面的上方，单击【Reverse Direction】反转方向按钮，改变厚面的方向。单击【OK】确定按钮，关闭对话框。

24. 3　定义接触单元

现在已经完成几何形状定义。【Sphere-to-Extrude Contact】球-拉伸接触单元可以添加到机械模型中。

双击模型树上的【Analysis Model】→【Nodes and Elements】，返回到【Mechanism Design】机械设计工作台。

（1）定义【Sphere-to-Extrude Contact】球-拉伸接触单元

单击【Point-to-Point Contact】点-点接触图标右下角的黑色箭头，会展开【Contact Forces】接触力工具栏。在【Contact Forces】接触力工具栏内，单击【Sphere-to-Extrude Contact】球-拉伸接触图标，弹出【Sphere-to-Extruded-Surface Contact】球-拉伸接触对话框。

Contact Element 接触元素的【Attachments】附着体必须先进行定义。对于【Sphere Body】球形体，选择球的球心位置。当光标在图形区经过该点时，将亮显。

对于【Extrusion Body】拉伸体栏，从图形区或者模型树上选择【ThickSurface. 1】。设置【Sphere Radius】球半径栏为 0. 01m。设置【Spring Coefficient】弹簧系数为 1E6 N/m。设置【Damping Coefficient】阻尼系数为 1 kg_ s。单击【OK】确定按钮，关闭对话框。从【File】文件菜单中选择【Save Management】保存管理。

（2）求解分析模型

双击模型树上的【Analysis Model】，确保在【Mechanism Design】机械设计工作台。双击模型树上的【Solution Set】，弹出【Solution Set】求解集合对话框。把【Working Directory】工作目录设置为文件模型所保存的目录。设置【Ending Time】结束时间栏为 2s。设置【Print Interval】输出间隔栏为 5E-4s。选择【Solution Set】求解集合对话框内的【Dynamic】动力学选项卡。使用下拉列表框设置【Reaction Forces】反作用力为【true】真。设置【Max Int Step】最大初始步长为 5E- 4s。单击【OK】确定按钮，关闭对话框。

单击【Compute Solution】计算求解图标。将对模型计算分析到 2s，并为 LMSVirtual. Lab 绘图工具提供反作用力。计算完成后单击【Computation in progress. . . 】计算进程对话框内的【Close Window】关闭窗口按钮，如图 24-7 所示。

（3）动画显示模型

求解完成后以动画显示球与拉伸体的弹性碰撞。

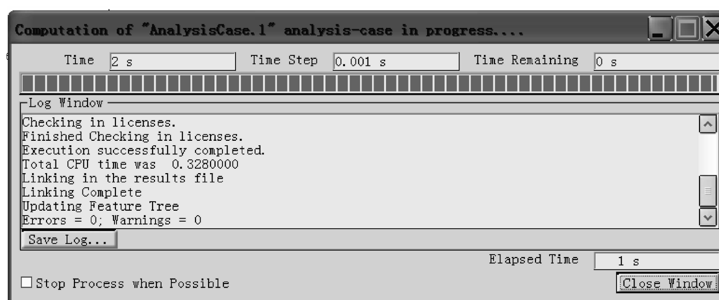


图 24-7 【Computation in progress...】计算进程对话框

从模型树上选择【Solution Set】求解集合，选择的集合亮显为黄色。单击【Animate】动画图标，打开【Player】播放器工具栏。从【Animate】动画工具栏单击【Parameters】参数按钮，打开【Player Parameters】播放器参数对话框。在【Player Parameters】播放器参数对话框内，从【Sampling Step】采样步长下拉列表框内设置步长为 5E-4s，用这个步长演示动画。从【Animate】动画工具栏单击【Parameters】参数按钮，关闭【Player Parameters】播放器参数对话框。单击【Player】播放器工具栏内的【Play Forward】向前播放按钮。图形区动画显示球与拉伸体的碰撞。再次单击【Animate】动画图标，关闭【Player】播放器工具栏。

（4） 图形显示结果

单击【Open Motion Graph】打开运动图形窗口图标，打开运动图形窗口，如图 24-8 所示。单击【Analysis Case】分析算题点选框，在右侧的模型树上选择【AnalysisCase. 1】。模拟的时间自动显示在【X-axis】x 轴域内。在【Y-axis】Y 轴域内，从【Type】类型下拉列表内选择【Contact】，在显示的选项中找到 CONT-EXTR-Ball-Extrude. 1：fn 和 CONT-EXTR-Ball-Extrude. 1：dis。在下面的列表内，在【X-axis】x 轴域内选择【SYSTEM：Time】；在【Y-axis】Y 轴域内，按下 <Ctrl> 键，选择【CONT-EXTR-Ball-Extrude. 1：fn】和【CONT-EXTR-Ball-Extrude. 1：dis】。单击【Create plots】创建绘图图标，新的图显示在模型树【AnalysisCase. 1】下面。

要显示绘制的图形，需要进行如下操作：

单击【New Display】新函数显示图标。从出现的菜单列表中选择【2D Plots】2D 绘制，然后单击【Next】下一步图标。从出现的菜单列表中选择【Upper-Lower Plot】高到低绘制。单击【Finish】完成按钮，显示新绘制的图形窗口。

在【Motion Display】运动显示对话框，先单击下面的窗口，显示绘制的图形。然后到底部，右键单击图形的名称，在弹出的快捷菜单中选择【Delete All Plots】删除所有绘图。在绘图区右键单击，在弹出的快捷菜单中选择【Select Data】选择数据选项。弹出【Select Data】选择数据对话框。从【Select Data】选择数据对话框选择【SYSTEM ：Time__SYSTEM ：Time__CONT-EXTR-Ball-Extrude. 1：fn】，从下拉列表框内选择【UPPER_PLOT】，单击【Display】显示按钮，图形显示在上面的窗口。从【Select Data】选择数据对话框选择【SYSTEM：Time__CONT-EXTR-Ball-Extrude. 1：dis】，单击【Display】显示按钮，图形显示在上面的窗口。单击

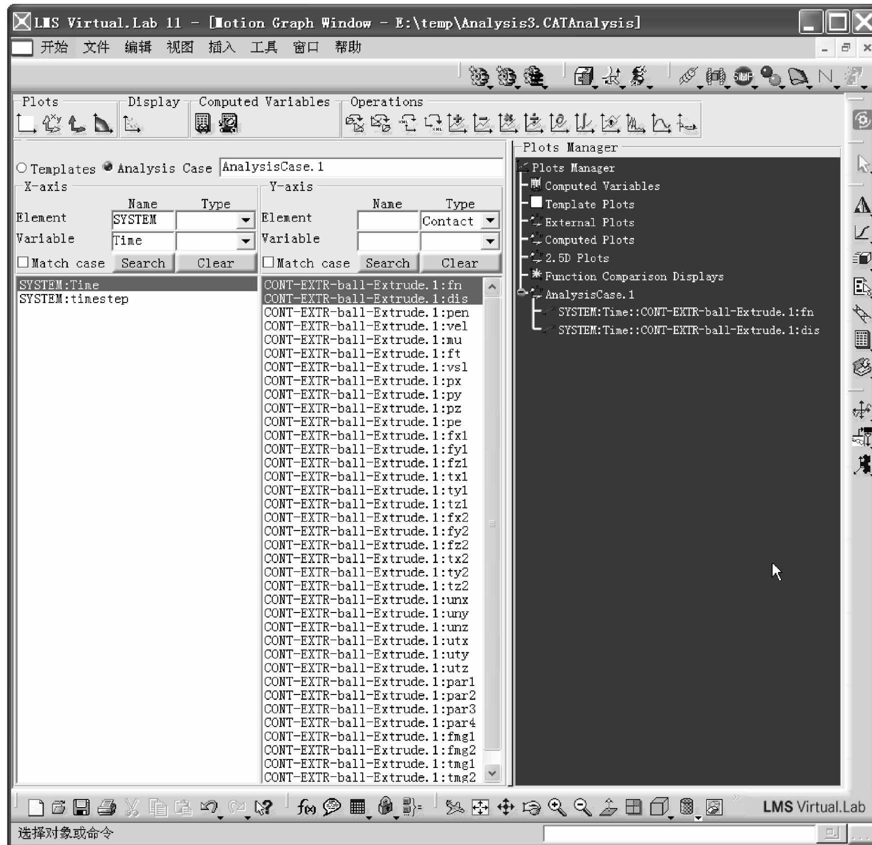


图 24-8　运动图形窗口

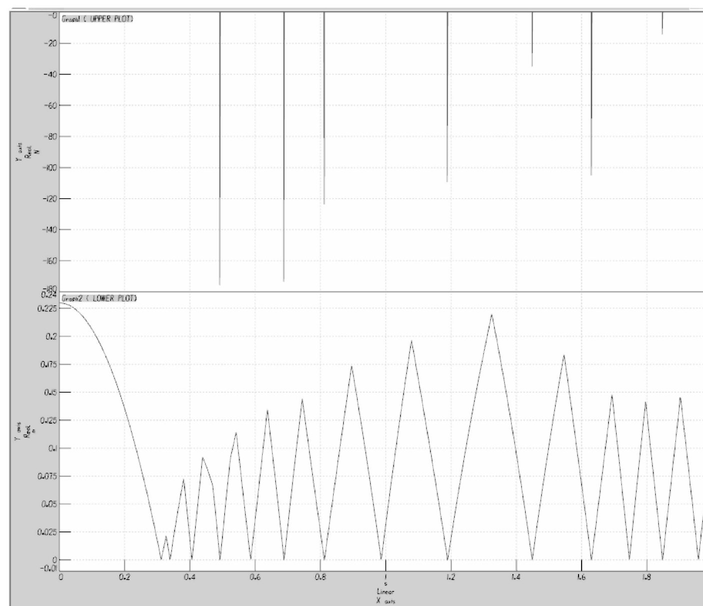


图 24-9　图形区显示绘制的参数曲线

【Close】关闭按钮，关闭【Select Data】选择数据对话框。

【Motion Display】运动显示的图形区显示绘制的参数曲线，如图 24-9 所示。

图形显示的是每次球在接触的拉伸面上产生负的位移，就对应产生一个垂直的法向反作用力使球弹出拉伸面外。

图 24-9 产生的曲线，与用户所绘制的拉伸面有关。本例题显示的是球反复与面的左右侧碰撞，如果与下表面碰撞，则显示的曲线更加规则。

保存所有模型，关闭模型。

第 25 章　状态方程的钢丝绳吊装模拟

本章说明如何设置简单状态方程的钢丝绳模拟。

（1）准备工作

在工作开始之前要创建一个工作目录，同时把下面的文件复制到创建的工作目录内：

Big_ Pulley. CATPart

cable_ state. CATAnalysis

dummy. CATPart

gantry. CATPart

GlobalFixedToGroundPart. CATPart

Product2_ Root. CATProduct

ship. CATPart

Small_ Pulley. CATPart

sub. CATPart

Winch. CATPart

同时要记住，所有的文件保存在同一个目录下。

（2）检查动力学模型

打开文件 cable_ state. CATAnalysis。单击【Compute Solution】计算求解图标，从模型树上选择【Solution Set】求解集合，开始求解过程。单击【Animate】动画图标，打开【Player】播放器工具栏。单击【Play Forward】向前播放按钮，动画显示结果。发现绞车开始旋转运动，但是潜水艇并没有向上运动，而是向下坠落，如图 25-1 所示。这是因为现在还未设置钢丝绳。

（3）创建滑轮

单击主菜单中的【Insert】插入→【Powertrain Systems】→【State Equation Pulley】，弹出【State Equation Pulley】状态方程滑轮对话框。在【Name】名称栏内输入滑轮名称 right. boom. pulley. SE。单击【Attachments】附件区下面的【Body1】，然后在模型树上选择 Product2_ Root 下面的 Right. boom. pulley. 1 下面的 Point. 1，如果是中文版本，显示为点 1。在【Parameters】参数区【Pulley Radius】滑轮半径栏内输入 150mm。在【Pulley Number】滑轮编号栏内输入 1。在【Belt/Cable Wrap】带/绳缠绕点选框内选【INSIDE】内侧。所有选项设置完成后，【State Equation Pulley】状态方程滑轮对话框显示结果如图 25-2 所示。

用同样的方法设置第 2 ~ 第 4 个滑轮，这三个滑轮的参数分别是：滑轮 2：【Name】名称栏内：right. sub. pulley. SE。【Attachments】附件区下面的【Body1】：Product2_ Root/Right. sub. pulley. 1/Point. 1。【Pulley Radius】滑轮半径栏：150mm。

在【Pulley Number】滑轮编号栏：2。【Belt/Cable Wrap】带/绳缠绕选框：选【OUTSIDE】外侧。滑轮 3：【Name】名称栏内：Left. sub. pulley. SE。【Attachments】附件区下面的

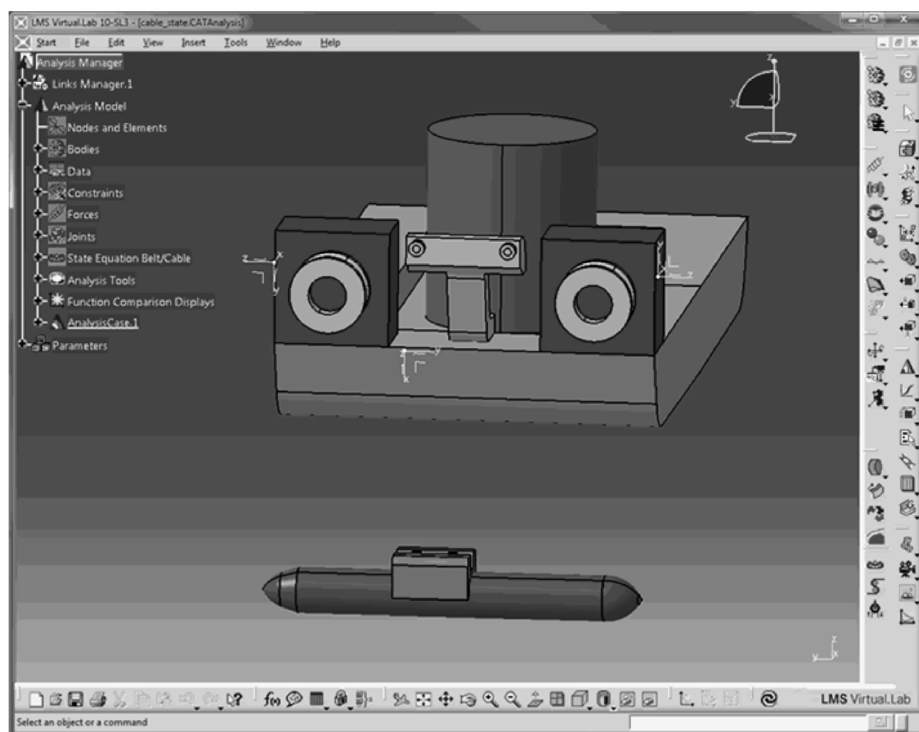


图 25-1 潜水艇与绞车距离增大，潜水艇坠落

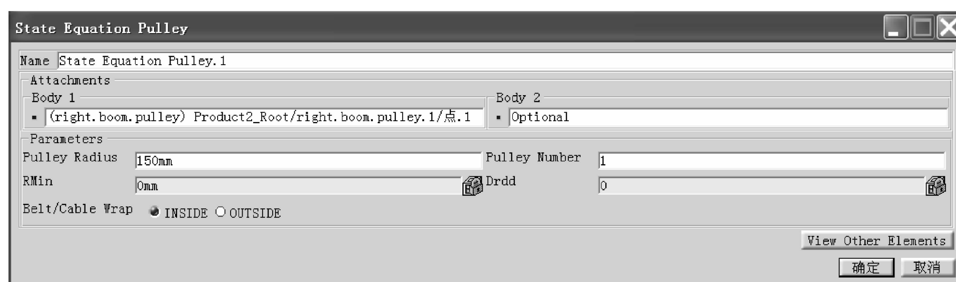


图 25-2 【State Equation Pulley】状态方程滑轮对话框显示结果

【Body1】：Product2_ Root/left. sub. pulley. 1/Point. 1。【Pulley Radius】滑轮半径栏：150mm。在【Pulley Number】滑轮编号栏：3。【Belt/Cable Wrap】带/绳缠绕选框：选【OUTSIDE】外侧。滑轮 4：【Name】名称栏内：Left. boom. pulley. SE。【Attachments】附件区下面的【Body1】：Product2_ Root/left. boom. pulley. 1/Point. 1。Pulley Radius】滑轮半径栏：150mm。在【Pulley Number】滑轮编号栏：4。【Belt/Cable Wrap】带/绳缠绕选框：选【INSIDE】内侧。

（4）创建钢丝绳

如图 25-3 所示，粗线表示钢丝绳缠绕的方法和轨迹，细线表示想象的连接的钢丝绳两端。

单击主菜单中的【Insert】插入→【Powertrain Systems】→【State Equation Cable】，弹出【State Equation Cable】状态方程钢丝绳对话框。单击【Attachments】附件区下面【Base Body】基础物体，然后在模型树上选择 Product2_ Root 下面的 ganter. 1 下，轴系下面的【Axis System. 2】轴系 . 2。

单击【Attachments】附件区下面【Start Body】开始物体，然后在模型树上选择 Bodies 下面的 dummy. cable. start /CenterofGravity-dummy. cable. start/ORGIN. COMPONENT。

单击【Attachments】附件区下面【End Body】结束物体，然后在模型树上选择 Bodies 下面的 dummy. cable. end / CenterofGravity-dummy. cable. end/ORGIN. COMPONENT。

在【Parameters】参数区内，单击【Pulleys】滑轮，依次选择创建的 4 个滑轮。【Parameters】参数区内，在【Mass】质量栏内输入 264Kg。【Parameters】参数区内，在【Young Modulus】杨氏模量栏内输入 2e11N/m^2。【Parameters】参数区内，在【Damping Coefficient 】阻尼系数栏内输入 0. 1。【Parameters】参数区内，在【Area】截面面积栏内输入 0. 002m^2。【Parameters】参数区内，在【Transition Velocity】转换速度栏内输入 0. 01m/s。所有参数设置完成后，显示的【State Equation Cable】状态方程钢丝绳对话框如图 25-4 所示。单击【OK】确定按钮。

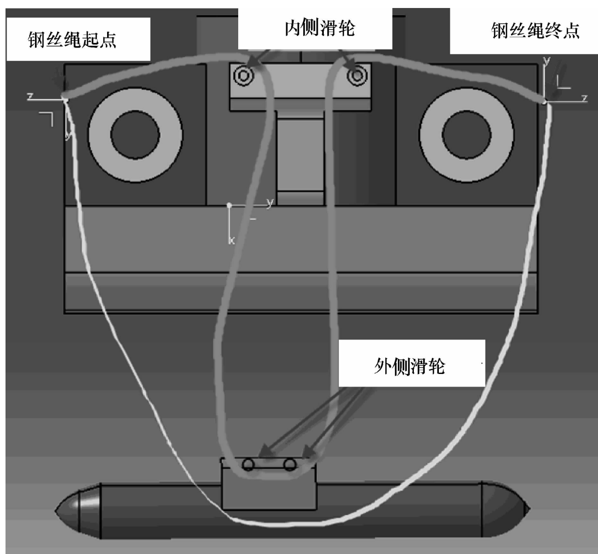


图 25-3　钢丝绳的缠绕轨迹

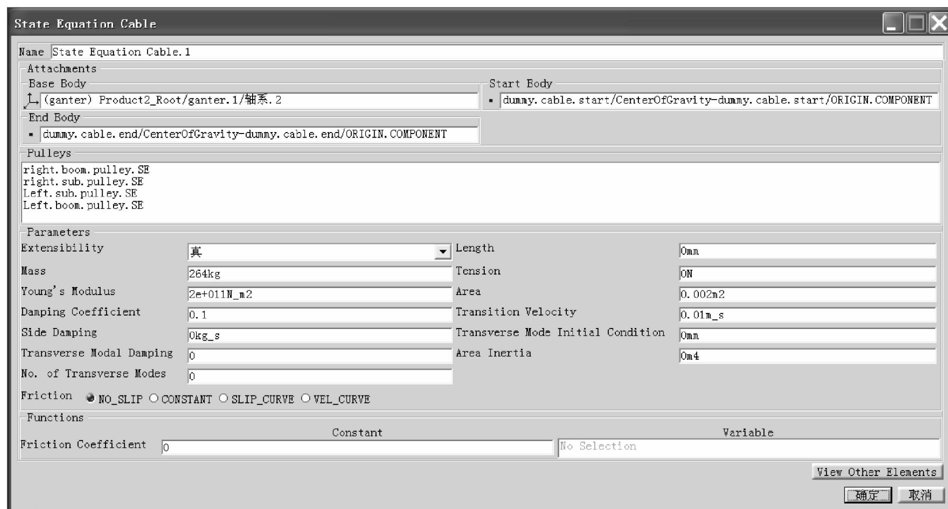


图 25-4　【State Equation Cable】状态方程钢丝绳对话框

（5）重新求解模型

单击【Compute Solution】计算求解图标，从模型树上选择【Solution Set】求解集合，开始求解过程。单击【Animate】动画图标，打开【Player】播放器工具栏。单击【Play Forward】向前播放按钮，动画显示结果。发现绞车开始旋转运动，潜水艇向上运动。

总结：

本章介绍的是使用状态方程的方法描述钢丝绳，而在实际的模型中，并没有真正建立起钢丝绳的模型。对于一般的模拟运动，采用状态方程的方法是足够的。但是如果考虑动力学分析中钢丝绳本身是否与其他设备发生干涉、钢丝绳与滑轮之间的摩擦等因素，就必须建立真正的钢丝绳模型。在 LMS VIRTUAL LAB 中，有专门的第三方软件 CABLE 用来建立钢丝绳的模型。读者如果在实际工作中有这方面的需求，可以和编者联系，进行这方面的交流。编者曾经使用 CABLE 软件建立起重钢丝绳模型，用来模拟起重吊装大型塔类设备。

地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
服务咨询热线：010-88361066
读者购书热线：010-68326294
010-88379203
网络服务
机工官网：www.cmpbook.com
机工官博：weibo.com/cmp1952
金书网：www.golden-book.com
教育服务网：www.cmpedu.com
封面无防伪标均为盗版

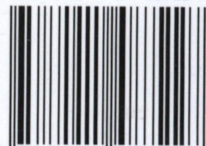


机械工业出版社微信公众号


机械工业出版社科普平台
科技有的聊


机械工业出版社制造业资讯
制造业那些事儿

ISBN 978-7-111-48722-7



定价：29.00元